R. Popper

LOGICA CERCETĂRII



Editura
științifică
și enciclopedică

Coperta și supracoperta: Simona Niculescu

Logik der Forschung

von
Karl R. Popper
Fünfte Auflage, 1973,
J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen

Karl R. Popper

The Logic of Scientific Discovery

Eight Impression, 1975.
Hutchinson & Co (Publishers) LTD, London

KARL R. POPPER

LOGICA CERCETĂRII

Studiu introductiv şi note de
MIRCEA FLONTA

Traducere de
MIRCEA FLONTA, ALEXANDRU SURDU şi ERWIN TIVIG



EDITURA ŞTIINŢIFICĂ ŞI ENCICLOPEDICĂ
Bucureşti, 1981

„Cartea și-a propus să ofere o teorie a cunoașterii și, în același timp, să fie un tratat asupra metodei — asupra metodei științei. Combinația a fost posibilă pentru că eu am privit cunoașterea omenească ca fiind constituită din teoriile, ipotezele și conjecturile noastre, ca *produsul* activităților noastre intelectuale. Există fără îndoială un alt fel de a privi «cunoașterea» : noi putem considera «cunoașterea» ca un «fapt de conștiință», ca o stare subiectivă a unui anumit organism. Dar eu am decis să o tratez ca un sistem de enunțuri — de teorii supuse discuției. «Cunoașterea», în acest sens, este «obiectivă», este ipotetică și conjecturală".

„Deși *Logica cercetării* a părut unora ca o critică a Cercului de la Viena, scopurile ei principale erau pozitive. Am încercat să propun o teorie a cunoașterii umane. Dar am privit cunoașterea omenească într-un mod cu totul diferit de modul cum au privit-o filozofii clasici. De la Hume, Mill și Mach, mulți filozofi au considerat cunoașterea omenească ca ceva stabilit... Cunoașterea omenească era considerată în primul rînd ca ceea ce știa fiecare: că pisica este pe rogojină; că Iulius Caesar a fost asasinat; că iarba este verde. Toate acestea mi se par extrem de neinteresante. Ceea ce este interesant este cunoașterea problematică, dezvoltarea cunoașterii — *descoperirea*. Dacă privim teoria cunoașterii ca o teorie a descoperirii, atunci cel mai bine va fi să examinăm descoperirea *științifică*".

din KARL R. POPPER, *Autobiography*, 1974

CUPRINS

ANEXE

ANEXE NOI

NOTA TRADUCĂTORILOR

Prima ediţie a acestei cărţi a apărut in toamna anului 1934 (cu anul 1935 pe coperta interioară), la editura Julius Springer din Viena, sub titlul *Logik der Forschung* şi cu subtitlul *Zur Erkenntnistheorie der Naturwissenschaften*. În afara textului propriu-zis, volumul mai conţinea 7 anexe. În 1959, cartea este publicată în engleză sub titlul *The Logic of Scientific Discovery*, într-o traducere destul de liberă, realizată chiar de autorul ei, şi cu o nouă prefaţă. Celor 7 anexe, conţinute în ediţia originală, li se adaugă încă 12 anexe, numerotate, ca şi anexele iniţiale, cu cifre romane, dar prevăzute cu asteriscuri pentru a fi deosebite de acestea. Autorul introduce de asemenea un număr destul de mare de noi note de subsol, numerotate în cadrul fiecărui paragraf in cifre arabe cu asterisc pentru a fi deosebite de notele textului din 1934. Pentru ediţia a doua (1966) şi a treia (1969) germane, autorul a scris noi prefeţe. Cu ocazia diferitelor ediţii germane şi engleze, el a introdus, de asemenea, noi adaosuri la sfîrşitul unora din cele 10 capitole ale lucrării, cu indicarea în paranteze a anului în care au fost scrise. Cititorul poate găsi unele informaţii suplimentare asupra istoriei acestei cărţi în studiul introductiv.

Traducerea de faţă a fost realizată după textul celei de a cincea ediţii germane (Tübingen, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1973) şi a celei de a opta ediţii engleze (London, Hutchinson & Co., 1975), identic cu textul celei de a noua ediţii engleze, apărută în 1977. Cuprinsul ediţiei germane coincide în mare măsură cu cel al ediţiei engleze. Deosebirile privesc prefeţele (prefeţele celei de a doua şi a treia ediţii germane nu sînt cuprinse în ediţiile engleze), mici pasaje din textul ediţiei germane care lipsesc în ediţia engleză, textul unora din adaosurile introduse de autor la sfîrşitul capitolelor (de exemplu, a adaosurilor de la sfîrşitul capitolelor V şi VII) precum şi foarte puţine note de subsol (nota 9 la pragraful 83 lipseşte, de pildă, în ediţia engleză). De asemenea, unele anexe cuprind în ediţia germană dezvoltări care lipsesc în ediţia engleză. În toate aceste cazuri, am cumulat elementele cuprinse în ediţia germană şi engleză.

În efectuarea traducerii ne-am condus în primul rînd după originalul german şi respectiv englez pentru prefaţă, noile anexe şi noile note de subsol introduse în prima ediţie engleză din 1959. Am confruntat însă permanent textul original cu traducerea engleză şi respectiv germană, ţinînd seama de faptul că traducerea în engleză a textului german din 1934 (un text extrem de concentrat, datorită unor împrejurări despre care se relatează în studiul introductiv) a fost făcută chiar de autor, iar traducerea în germană a prefeţei, anexelor, notelor şi adaosurilor de subsol, scrise în engleză, a fost autorizată de acesta. Ori de cîte ori am socotit că o idee sau alta este exprimată cu mai mare claritate şi acurateţe în traducere decît în original, ne-am permis să acordăm preferinţă celei de a doua surse.

Notele de la sfîrşitul volumului cuprind explicaţii în legătură cu traducerea unor termeni, unele informaţii suplimentare pe care le-am considerat utile pentru orientarea cititorului român precum şi scurte observaţii şi remarci critice asupra unor aspecte mai particulare ale concepţiilor autorului, care nu şi-au găsit locul în studiul introductiv. Aceste note, indicate în text prin cifre arabe în paranteze drepte, au fost trecute la sfîrşitul volumului pentru a nu încărca excesiv subsolul şi pentru a putea fi uşor deosebite de notele din subsol ale autorului.

Dorim să mulţumim încă o dată, şi pe această cale, celor ce ne-au ajutat în diferite feluri să ducem pînă la capăt efectuarea traducerii.

Unele paragrafe au fost traduse de colegul nostru, cercetătorul ştiinţific Tudor Ristea. În căutarea echivalenţelor potrivite în română pentru termenii tehnici din domeniul teoriei probabilităţilor am beneficiat de sugestiile academicianului Octav Onicescu şi ale conferenţiarului universitar dr. Vasile Tănase. O parte din textul traducerii a fost revăzut de profesoara Angela Savin. În toate etapele muncii noastre ne-am bucurat de asistenţa plină de solicitudine şi de sfaturile calificate ale redactorului cărţii, Mircea Radian.

Sîntem cu deosebire îndatoraţi colegului lector dr. Dragan Stoianovici care a realizat confruntarea textului integral al traducerii cu originalul, semnalîndu-ne greşeli, propunîndu-ne îmbunătăţiri ale traducerii unor termeni tehnici şi multe îmbunătăţiri stilistice. Contribuţia lui la creşterea calităţii prezentei traduceri a fost considerabilă.

DESPRE RĂDĂCINILE ISTORICE ȘI DESTINUL „LOGICII CERCETĂRII"

MIRCEA FLONTA

„Logica cercetării" este lucrarea capitală a lui Karl Popper, probabil singurul autor astăzi în viață despre care nu ar fi prea devreme să se spună că este un clasic al filozofiei secolului XX. Această carte ocupă o poziție dominantă într-un șir impresionant de scrieri, a căror apariție se întinde de-a lungul a nu mai puțin de 5 decenii[1], atît datorită locului central pe care îl dețin temele ei în filozofia lui Popper cît și prin caracterul sistematic și relativ complet al dezvoltării pe care o primesc ele aici.

S-ar putea crede despre o carte care a apărut în 1934 că nu mai poate fi considerată astăzi ca o lucrare de filozofie contemporană, în sensul cel mai strict al termenului. Există însă, în cazul de față, unele împrejurări particulare de care trebuie să ținem seama. Mai întîi, nu poate fi trecut cu vederea faptul că în tot ce a scris de atunci, Popper a reluat și reafirmat ideile fundamentale ale *Logicii cercetării*. El a recomandat mereu această carte ca singura expunere cuprinzătoare a concepției sale asupra metodei științei și a caracterizat alte scrieri, în care a examinat diferite aspecte ale acestei teme (cele mai multe sînt acum reunite în culegerile *Conjectures and Refutations*, 1963, și *Objective Knowledge*, 1972), drept dezvoltări ale punctelor de vedere formulate în prima sa carte. Constatăm apoi că volumul lucrării, publicată în toamna anului 1934 la editura Springer din Viena, sub titlul *Logik der Forschung*, a fost aproape dublat prin noi prefețe și anexe, numeroase note noi de subsol și adaosuri la sfîrșitul unor capitole, introduse de autor cu ocazia apariției versiunii engleze, intitulată *The Logic of Scientific Discovery*, precum și cu ocazia unor ediții germane și engleze ulterioare. În ceea ce privește forma, aceste dezvoltări sînt cel mai adesea luări de poziție față de orientări și puncte de vedere ce s-au conturat în literatura recentă, scurte comentarii în legătură cu recepția și interpretarea unor idei ale *Logicii cercetării* sau replici la unele critici ale acestor idei, îndeosebi la cele care s-au bucurat de o audiență și o răspîndire mai largă. Cît privește conținutul, este vorba mai ales de noi argumente în sprijinul unora din tezele formulate pentru prima dată în versiunea originală a cărții sau de încercări de elaborare și precizare formală a unor concepte, adică de o expunere concentrată a tot ceea ce lucrările ulterioare ale autorului

---

[1] Prima publicație în care Popper abordează teme ale teoriei cunoașterii și metodologiei științei apare în vol. 3, din 1933, al revistei „*Erkenntnis*" iar ultima lucrare cunoscută autorului acestui studiu este cartea *The Self and Its Brain*, scrisă împreună cu neurofiziologul JOHN ECCLES și publicată în 1977 de editura Springer International. Pentru o bibliografie completă a lucrărilor lui Popper, pînă în 1974, poate fi consultat al doilea volum al lucrării *The Philosophy of Karl Popper*, editat de P. A. SCHILPP, în cadrul colecției „Biblioteca filozofilor în viață", La Salle, Illinois, Open Court, 1974.

conţin ca noutate în perimetrul tematic al *Logicii cercetării*. Destul de rar întîlnim în aceste texte şi uşoare corectări sau revizuiri ale unor puncte de vedere pe care autorul le-a susţinut în 1934. Dacă avem în vedere că în cazul altor filozofi proeminenţi ai secolului, cum sînt Ludwig Wittgenstein şi Rudolf Carnap (care s-au format sub influenţa aceluiaşi mediu intelectual vienez şi împărtăşeau cu autorul *Logicii cercetării*, cel puţin în linii mari, acelaşi ideal al abordării în spirit ştiinţific a problemelor filozofice şi al clarificării lor prin aplicarea instrumentelor logice moderne), împărţirea lucrărilor lor în lucrări de tinereţe şi în lucrări de maturitate sau mai tîrzii se impune pentru a sublinia schimbarea uneori dramatică a temelor, a ideilor şi chiar a metodei de cercetare, nu se poate ca prin contrast să nu ne atragă şi mai mult atenţia străduinţa lui Popper de a menţine mereu în actualitate lucrarea sa din tinereţe.

Atitudinea lui Popper pare greu de explicat într-un mod mulţumitor, dacă vedem în ea în primul rînd expresia unei înclinaţii subiective, a atenţiei şi îngrijirilor de care se bucură primul copil, copilul favorit. Lucrurile nu se clarifică, cred, nici dacă vom interpreta această atitudine ca fiind inspirată de o intenţie practică: aceea de a oferi, prin noi şi noi adaosuri şi adnotări ale textului original, o sinteză mereu actuală a punctelor de vedere ale autorului în domeniul teoriei cunoaşterii şi al metodologiei ştiinţei. Căci o asemenea ipoteză nu dă socoteală de faptul că textul original nu a fost niciodată rescris, ci doar amendat[1], şi nici de insistentele şi repetatele sublinieri, presărate în multe din scrierile ulterioare publicate de Popper, că el nu şi-a schimbat în nici o problemă cu adevărat importantă punctul de vedere exprimat în 1934. Cred că procedura puţin obişnuită a lui Popper are un tîlc mai profund. După părerea mea, ea relevă şi exprimă convingerea sa că în *Logica cercetării* a fost formulată pentru prima dată în mod coerent şi sistematic o concepţie asupra ştiinţei şi a metodei ei, care cu greu ar putea fi pusă în discuţie, cel puţin în ceea ce priveşte fundamentele ei, de evoluţii intelectuale ce au loc într-o perioadă relativ scurtă de timp, chiar într-o epocă atît de dinamică cum este cea în care trăim. (Popper nu neagă, desigur, că teoria lui, ca orice construcţie teoretică, este susceptibilă să fie depăşită şi integrată într-o sinteză superioară, dar nu pare să gîndească că un asemenea eveniment ar putea surveni într-o perspectivă apropiată; pe de altă parte, ceea ce ne spune despre con-

[1] În perioada pregătirii primei ediţii engleze din 1959, Popper a redactat un cuprinzător *Postscriptum* sub titlul semnificativ *After twenty years* (După douăzeci de ani). În *Autobiografia* sa, Popper îl caracteriza ca un „volum însoţitor" („companion volume") al *Logicii cercetării*. Manuscrisul a fost trimis spre publicare în 1956, împreună cu versiunea engleză a *Logicii cercetării*. Autorul a primit corecturile ambelor volume în 1957. Suferind de ochi, Popper a renunţat să facă corecturile *Postscriptumului* şi odată cu aceasta la intenţia de a-l publica simultan cu traducerea *Logicii cercetării*. Manuscrisul a rămas nepublicat pînă astăzi, cu excepţia a două extrase. Copiile lui au putut fi consultate de unii colegi şi studenţi ai lui Popper. Despre motivele care au întîrziat pînă astăzi publicarea acestui manuscris, pe care a anunţat-o de mai multe ori, Popper nu spune nimic. Din numeroasele referiri pe care le găsim în notele de subsol introduse în *Logica descoperirii ştiinţifice*, precum şi din informaţiile furnizate de *Autobiografia* lui Popper (vezi *The Philosophy of Karl Popper*, p. 119—121) reiese clar că acest manuscris conţine mai ales reluări şi dezvoltări, cu noi accente, ale problemelor şi ideilor de bază expuse pentru prima dată în 1934, dar nu idei şi poziţii esenţial noi.

dițiile în care ar fi dispus să renunțe la această teorie[1], indică clar că nu ia prea în serios o asemenea eventualitate.) În mod firesc, ne punem întrebarea care sînt supozițiile pe care se întemeiază o asemenea convingere. Fără să dea un răspuns explicit la această întrebare frontală, textele lui Popper sugerează totuși sau lasă să se înțeleagă unele lucruri semnificative privitor la intențiile, ambițiile și pretențiile teoriei științei pe care o propune *Logica cercetării*. Înțelegem că ceea ce își propune în principal autorul, în această carte, nu este nici analiza semnificației metodologice a descoperirilor noi și fundamentale din știință, așa cum a fost ea practicată de unii mari oameni de știință creatori ca Planck, Einstein, Bohr sau Heisenberg, nici analiza și reconstrucția unor concepte și demersuri ale științei în limbajul precis al logicii simbolice, așa cum este ea realizată în opera lui R. Carnap și a altor autori reprezentativi pentru orientarea formalistă în filozofia științei, ci o încercare de a caracteriza esența atitudinii și metodei raționale, critice, o metodă pe care Popper o consideră definitorie pentru știința teoretică din toate timpurile (și nu numai pentru știința teoretică). Rezultatul unei asemenea încercări va fi, desigur, socotit susceptibil de îmbunătățiri și dezvoltări în diferite direcții, dar un indiciu că obiectivul propus a fost atins este tocmai acela că munca nu trebuie reluată oarecum de la început odată cu fiecare reorganizare profundă de ordin conceptual sau metodologic, care poate interveni în una sau alta din ramurile fundamentale ale științei, sau odată cu înnoiri importante ale metodelor de analiză logică a limbajului științei. Popper pare să fi crezut și să creadă încă în existența unor *caracteristici universale* ale științei și metodei științei. Intenția lui de a descrie știința la nivelul acestor caracteristici universale și pretenția că a dus la bun sfîrșit această întreprindere conferă *Logicii cercetării* un loc aparte în literatura epistemologică a secolului nostru.

Dacă acceptăm aceste supoziții, sensul atitudinii lui Popper ni se dezvăluie cu toată claritatea. Este evident că în măsura în care el va crede în reușita unei asemenea încercări, va trebui să atribuie o valoare perenă ideilor de bază pe care se sprijină întreaga construcție. Și este firesc că realizarea unui proiect atît de ambițios va fi socotită de oricine nu numai ca opera vieții dar și ca o operă de o viață. Fără să se atingă de temelii și să modifice liniile mari ale construcției, creatorul va fi necontenit ispitit să o desăvîrșească în detalii.

Pe de altă parte, o asemenea înțelegere a țelurilor pe care și le propune *Logica cercetării* poate arunca o anumită lumină și asupra unor caracteristici foarte generale ale atitudinii intelectuale a lui Popper, de pildă asupra modului cum concepe el menirea filozofiei, asupra criteriilor după care apreciază ceea ce constituie valoare autentică în creația filozofică, asupra raporturilor sale cu tradiția filozofică și cu filozofia contemporană.

O trăsătură care apropie cele mai influente orientări contemporane din filozofia nemarxistă a științei, dincolo de ceea ce le desparte și le opune pe unele altora, este detașarea lor netă de problematica și stilul de gîndire al teoriei clasice a cunoașterii, socotită ca un episod încheiat, oarecum în felul

---

[1] Vezi în această privință Cap. VIII din *Conjectures and Refutations*, intitulat *On The Status of Science and Metaphysics*, și *The Philosophy of Karl Popper*, p. 1010 și 1036.

muzicii sau picturii clasice. Abandonarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii", „gnoseologie" sau chiar „epistemologie" în același timp cu circulația tot mai largă pe care o capătă expresii ca „philosophy of science" în literatura filozofică engleză, sau „Wissenschaftstheorie" în cea germană, exprimă tendința de a marca și terminologic această detașare. Popper se împotrivește, fără îndoială, curentului dominant în măsura în care susține posibilitatea și necesitatea unei explicații generale a cunoașterii și științei, a caracterizării esenței metodei științifice dincolo de particularitățile legate de obiectul, metodele și nivelul de maturitate atins de diferitele ramuri ale științei, în măsura în care el nu vizează în primul rînd reconstrucția formală a unor idei și concepte familiare, curente, ci clarificarea și critica acestora prin analize și argumente neformale. În opoziție cu punctul de vedere promovat de cele mai influente orientări contemporane, îndeosebi în filozofia științei de limbă engleză, autorul *Logicii cercetării* nu pretinde că a depășit problematica clasicilor teoriei cunoașterii, ci speră doar că a reușit să dea o formulare mai adecvată și soluții mai satisfăcătoare acestei problematici. Această atitudine de principiu explică unele particularități care nu vor scăpa probabil cititorului atent al lucrărilor sale, cu deosebire celui familiarizat cu literatura epistemologică contemporană de factură analitică. Am în vedere, între altele, faptul că Popper își expune punctele sale de vedere cel mai adesea cu referire și prin delimitare față de clasicii teoriei cunoașterii, față de Bacon, Descartes, Locke, Hume sau Kant, că el găsește prefigurări ale concepției sale asupra științei departe în trecut, pînă la Xenofan. Am în vedere de asemenea înclinația sa pronunțată spre abordarea directă, frontală a problemelor și o predilecție pentru sentințe, pentru formule globale care îl izbesc deîndată pe cititorul cu cultură clasică și îi evocă ceva din patosul naiv și armonia unora dintre capodoperele filozofiei secolelor trecute. Am zice că Popper împărtășește cu filozofii unor vremuri mai îndepărtate anumite crezuri nemărturisite; între altele, încrederea că încercările de a formula problemele în deplina lor generalitate și de a căuta un răspuns cît mai simplu și mai cuprinzător la aceste întrebări nu pot să nu fie, în cele din urmă, răsplătite. De aici decurge, cred, în bună măsură fascinația puternică, adesea irezistibilă pe care o exercită, cel puțin asupra unui anumit cititor, cele mai reușite pasaje din scrierile lui Popper. Cel ce va căuta să-și clarifice această impresie, va descoperi, probabil, cît de puternic îl stăpînește încă nostalgia idealului clasic.

Am greși însă dacă am vedea în creația lui Popper opera unui clasic întîrziat. Ea poate fi caracterizată mai degrabă ca o încercare viguroasă de a repune în drepturi valorile clasice. Convingerea profundă a lui Popper este că filozofia nu își va putea păstra poziția pe care a cucerit-o odată în cultura umană decît atît timp cît nu va înceta să țintească cunoașterea și explicarea lumii în care trăim și a științei noastre despre această lume, cît nu va abdica de la menirea de a întreține și stimula interesul pentru teorii cît mai generale, mai cuprinzătoare și mai îndrăznețe. Desigur, munca filozofului, ca și munca oricărui om, capătă însemnătate nu în primul rînd prin năzuințele care o însuflețesc, ci prin rezultatele ei. Popper crede însă că nici o operă filozofică nu se va mai putea naște odată ce acest țel va fi fost părăsit. Pentru filozoful care renunță să urmărească acest țel, chiar și aventura cunoașterii, nu numai un deznodămînt eventual fericit al acestei aventuri, încetează de a mai fi

cu putință. Ceea ce Popper denunță, dezabrobă sau deplînge de cîte ori vorbește despre filozofia vremii este, în primul rînd, această renunțare[1]. Tocmai fiindcă dezacordul dintre Popper și cei mai influenți filozofi occidentali de la mijlocul secolului izvorăște din viziunile lor esențiale diferite asupra menirii filozofici, asupra naturii cunoașterii filozofice, acest dezacord este fundamental și global. De aici și maniera în care se referă de cele mai multe ori Popper la acești filozofi. Cînd îi menționează sau citează pe Carnap sau Wittgenstein, pe Jaspers sau pe Heidegger, interesul lui Popper pentru ideile lor nu vizează în primul rînd ceea ce îi individualizează ca personalități creatoare, ci faptul că ele dau expresie unor poziții și orientări larg împărtășite privitoare la țelurile filozofici. Mai mult, oricît de diferite ar fi aceste poziții și orientări, de exemplu cele ale filozofiilor analitice, pe de o parte, și ale diferitelor variante ale existențialismului, pe de altă parte, judecata autorului *Logicii cercetării* este de multe ori la fel de aspră: și unele și celelalte sînt pînă la urmă rătăciri, abateri de la calea dreaptă. Din acest punct de vedere[2] este destul de greu de decis care sînt cei ce greșesc mai grav: aceia care socotesc că problemele numite în mod obișnuit filozofice sînt pseudoprobleme sau cei care au pierdut cu totul încrederea în posibilitatea de a progresa în soluționarea lor pe calea gîndirii raționale? Oricît de mare ar fi contrastul dintre atitudinea orgolioasă a primilor, care resping în bloc marile întrebări, marile probleme ale filozofiei clasice[3], pe temeiul unei înțelegeri înguste a condiției de pozitivitate, de științificitate, pentru a se izbi de multe ori din nou de ele, într-o altă travestire, și resemnarea abia ascunsă a ultimilor, Popper ar zice că păcatul fundamental este pînă la urmă același: capitulare pripită și nejustificată în fața greutăților și obstacolelor ce trebuie înfrînte pentru a face un pas cît de mic înainte în direcția clarificării și rezolvării acestor probleme, lipsa curajului intelectual. Diagnosticul amintește sugestiva remarcă a lui Einstein că orice realizare teoretică ieșită din comun este, în cele din urmă, o chestiune de caracter!

---

[1] Deosebit de semnificative în această privință sînt prefețele *Logicii cercetării*. Prefața primei ediții engleze din 1959 este consacrată în principal unui examen critic al orientărilor epistemologice dominante în Anglia și Statele Unite la mijlocul secolului. În prefețele edițiilor germane din 1963 și 1968, situația filozofici în Europa apuseană este judecată îndeosebi prin raportare la marea tradiție raționalistă a „filozofiei luminilor".

[2] Desigur, numai din acest punct de vedere. În alte contexte, Popper va sublinia că împărtășește cu filozofii analiști convingerea în valoarea exclusivă a demersurilor raționale, fie ele demonstrații formale sau argumente informale, și respinge împreună cu ei orice sugestie cu privire la existența unor facultăți și căi de cunoaștere care ar fi specifice filozofici, spre deosebire de știință și de gîndirea rațională curentă în genere. În prefața primei ediții engleze din 1959 el scria referindu-se la perioada în care a apărut *Logica cercetării* și la prezent: „Acum, ca și atunci, analiștii limbajului sînt pentru mine importanți; nu numai ca adversari, ci și ca aliați, în măsura în care par să fie aproape singurii filozofi care au păstrat ceva din tradițiile filozofiei raționaliste".

[3] „Cele mai multe enunțuri și întrebări care au fost formulate cu privire la chestiuni de ordin filozofic nu sînt false, ci lipsite de sens. Iată de ce nu putem în general răspunde la întrebări de acest fel; putem doar stabili lipsa lor de sens. Cele mai multe întrebări și enunțuri ale filozofiei se sprijină pe faptul că nu înțelegem logica limbii noastre. (Ele sînt de felul întrebării dacă binele este mai mult sau mai puțin identic decît frumosul.) Și nu este de mirare că cele mai profunde probleme nu sînt de fapt probleme". (LUDWIG WITTGENSTEIN, *Tractatus logico-philosophicus*, 4003.)



Istoria filozofiei cunoaşte puţine cazuri în care o lucrare a influenţat atît de decisiv viaţa şi cariera autorului ei cum a influenţat *Logica cercetării* pe cea a lui Popper.

Karl Raimund Popper s-a născut în Viena la 28 iulie 1902. Tatăl său a fost un cunoscut avocat vienez cu largi preocupări intelectuale şi culturale. Nesatisfăcut de sistemul de învăţămînt al timpului, Popper părăseşte liceul în 1918, trăieşte independent, şi se instruieşte cîţiva ani pe cont propriu urmînd în acelaşi timp unele cursuri ale Universităţii din Viena, ca student neînmatriculat. Frecventează îndeosebi cursurile de matematică şi fizică teoretică. În această perioadă ia primul contact cu teoriile fizice ale lui A. Einstein. Despre Einstein va spune în *Autobiografia* sa că „a exercitat o influenţă dominantă asupra gîndirii mele — pe durată lungă probabil cea mai importantă influenţă dintre toate". În 1922, îşi trece bacalaureatul şi devine un student obişnuit. Pregătindu-se pentru cariera de profesor, studiază psihologia şi pedagogia şi participă în paralel la activităţi de asistenţă socială a copiilor orfani şi părăsiţi, desfăşurate în cadrul Institutului Pedagogic al Universităţii. Primele sale manuscrise precum şi primele sale scrieri publicate în deceniul al 3-lea abordează teme din această sferă. Preocupat de problemele sociale, Popper este atras de mişcarea socialistă austriacă, dar, aşa cum relatează în *Autobiografie*, adoptă de timpuriu o atitudine negativă faţă de marxişti. Manifestînd simpatie faţă de ţelurile umanitare ale marxismului şi ale socialismului în general, Popper înţelege în mod greşit opoziţia marxiştilor faţă de metodele reformiste şi afirmarea necesităţii obiective a transformărilor revoluţionare ca o opţiune pentru violenţă, pentru formele sîngeroase ale luptei de clasă[1]. În lucrările sale de filozofie socială, scrise îndeosebi în deceniile 4 şi 5, Popper va acorda un loc destul de larg criticii ideilor filozofice ale lui Marx şi în primul rînd criticii teoriei materialiste a istoriei. Argumentele sale vădesc o cunoaştere insuficientă şi o înţelegere nesatisfăcătoare a scrierilor teoretice ale lui Marx. Ele nu atrag atenţia uneori nici măcar prin originalitate[2]. Dintre aceste argumente, cel care s-a bucurat de un răsunet relativ mai larg porneşte de la caracterizarea teoriei materialiste a istoriei ca o variantă a „istorismului", a concepţiei după care ştiinţa socială ar fi capabilă să formuleze previziuni istorice pe termen lung. Încrederea în posibilitatea unor asemenea previziuni îşi are sursa, crede Popper, într-o analogie greşită cu succesele ştiinţelor naturii în predicţia unor evenimente îndepărtate în timp cum ar fi eclipsele solare. Asemenea predicţii pot reuşi numai cînd sistemele la care se referă sînt sisteme relativ izolate, staţionare, cu caracteristici repetabile. Sistemele de acest fel sînt rare în natură, sistemul solar este

---

[1] Vezi K. POPPER, *Prediction and Prophecy in the Social Sciences* (1948), citat după volumul *Conjectures and Refutations*, p. 343.

[2] Astfel, Popper îi reproşează lui Marx absolutizarea rolului factorului economic în dezvoltarea socială şi sugerează că autorul *Capitalului* ar fi încercat să dovedească caracterul inevitabil al procesului de trecere de la capitalism la socialism prin simpla invocare a legilor dialecticii, în primul rînd a legii negării negaţiei. (Vezi K. POPPER, *What is Dialectic?*, în *Conjectures and Refutations*, p. 332—333.)

un exemplu, dar nu pot fi intîlnite în societatea modernă. Atenţia de care s-a bucurat acest argument nu poate fi explicată, în măsura în care facem abstracţie de reaua credinţă, decît prin necunoaşterea surselor de bază ale gîndirii marxiste. Oricine a studiat temeinic lucrările lui Marx, şi în general lucrările teoreticienilor reprezentativi ai marxismului, ştie foarte bine că ei nu au ignorat, ci, dimpotrivă, au subliniat deosebirile dintre predicţii cum ar fi predicţia unei eclipse şi previziunile istorice. Marea complexitate a sistemelor sociale, rolul factorilor subiectivi, ritmul rapid al schimbărilor sociale, modificările brusce şi sub anumite aspecte imprevizibile ce survin în forţele motrice ale dezvoltării sociale şi în raportul dintre ele în societăţile moderne, toate aceste elemente ale dinamicii sociale asupra cărora Marx şi marxiştii au insistat în analizele lor, explică de ce nu pot fi prezise evenimentele istorice viitoare ci doar tendinţe generale ale dezvoltării sociale, şi acestea într-un mod tot mai schematic pe măsură ce sînt considerate etape istorice mai îndepărtate. Teoria şi practica previziunii sociale la Marx este tot ce poate fi mai străin de „profeţia istorică" pe care Popper o atribuie, în general, „istorismului". Îndepărtîndu-se de marxism şi de mişcarea socialistă, Popper va evolua spre poziţiile liberalismului şi individualismului burghez; unele din scrierile sale îşi propun, între altele, fundamentarea teoretică a acestei poziţii politice[1].

În 1928, Popper îşi încheie studiile prin susţinerea unei teze de doctorat cu titlul „Despre problema metodei în psihologia gîndirii", pentru ca un an mai tîrziu să obţină dreptul de a preda matematica şi fizica în şcoala secundară pe baza unei teze despre construcţia axiomatică a geometriei. În anii care urmează îşi cîştigă existenţa ca profesor. Studiază o parte din noua literatură filozofică, *Tractatus*-ul lui Wittgenstein şi lucrările unor membri ai Cercului de la Viena, care luase fiinţă în aceşti ani şi atrăgea tot mai mult atenţia cercurilor intelectuale vieneze. În acelaşi timp, elaborează un manuscris în care încearcă să dezvolte un punct de vedere propriu asupra marilor probleme ale teoriei cunoaşterii. Intră în contact personal cu unii membri ai Cercului, cărora le expune ideile sale. Unul dintre ei, H. Feigl, este primul care îl încurajează să-şi expună ideile într-o carte. („Cred că fără încurajarea lui Herbert Feigl este puţin probabil că aş fi scris vreodată o carte. A scrie o carte nu corespundea felului meu de a vedea viaţa şi atitudinii faţă de mine însumi. Îmi lipsea încrederea că ceea ce mă interesa pe mine îi va interesa îndeajuns pe alţii...", mărturiseşte Popper în *Autobiografie*.) În 1932, Popper încheie redactarea unei lucrări în două volume pe care o intitulează *Die beide Grundprobleme der Erkenntnistheorie (Cele două probleme fundamentale ale teoriei cunoaşterii)*; primul volum era consacrat problemei inducţiei iar cel de al doilea problemei criteriului de demarcaţie între ştiinţă şi metafizică. Ideile autorului erau expuse în confruntare cu puncte de vedere consacrate în filozofia clasică a cunoaşterii înainte şi după Kant precum şi cu unele poziţii apărate de cei mai reprezentativi membri ai Cercului de la Viena. Manuscrisul

[1] Punctul de vedere că marxismul şi socialismul în general ar fi incompatibile cu recunoaşterea însemnătăţii libertăţii individuale, ca şi alte prejudecăţi antimarxiste, apar cu pregnanţă în lucrările sale de filozofie socială *The Open Society and its Enemies* (1945) şi *The Poverty of Historicism* (1957).

a fost citit de Feigl, Carnap, Schlick, Frank, Neurath, Hahn şi de alţi membri ai Cercului şi a fost acceptat în 1933 spre publicare în seria *„Schriften zur wissenschaftlichen Weltaufassung"*, îngrijită de M. Schlich şi Ph. Frank. Ţinînd seama de profilul acestei serii, Popper a pregătit o versiune prescurtată a celor două volume. Aceasta a fost respinsă totuşi ca inacceptabil de întinsă. Editura Springer s-a declarat dispusă să publice un text care să nu depăşească 240 de pagini. Scurtarea cerută de editură a fost realizată, în cele din urmă, nu de către autor, ci de unchiul său, Walter Schiff, profesor de statistică şi ştiinţe economice al Universităţii din Viena, care a reuşit un tur de forţă reducînd manuscrisul aproape la jumătate din proporţiile pe care le avea în redactarea sa ultimă, dată de Popper. Acest text a apărut în toamna lui 1934 sub titlul *Logik der Forschung (Logica cercetării)*.

Logica cercetării a schimbat cursul vieţii lui Popper. Publicarea manuscrisului unui amator care nu spera că acesta va vedea vreodată lumina tiparului a dus, în cele din urmă, la transformarea autorului său în filozof profesionist. Cartea a fost întîmpinată cu mare interes în primul rînd de membrii Cercului de la Viena şi de cei apropiaţi acestora. Atitudinea lor faţă de ideile cărţii a fost diferită. Carnap şi Hempel, care au scris recenzii laudative, subliniau apropierile dintre aceste idei şi cele împărtăşite de membrii Cercului, în timp ce Reichenbach şi Neurath vedeau în primul rînd deosebirile, evidenţiau punctele de vedere pe care le considerau inacceptabile şi au scris recenzii nefavorabile. (Se poate spune că luările de poziţie ulterioare ale lui Popper au dat dreptate celor din urmă.)

Cel mai important eveniment intelectual în viaţa lui Popper imediat după apariţia *Logicii cercetării*, a fost cunoştinţa cu Alfred Tarski şi familiarizarea cu descoperirile sale în logică, îndeosebi cu teoria sa asupra adevărului în limbajele formalizate. Popper a văzut în această teorie o reabilitare a concepţiei tradiţionale despre adevăr ca o corespondenţă cu faptele. Această interpretare a ideilor lui Tarski a constituit punctul de plecare al dezvoltării pe care o va cunoaşte realismul său epistemologic, în mare măsură încă latent în prima ediţie a cărţii sale. (Vezi în această privinţă nota de subsol de la începutul cap. X, introdusă în prima ediţie engleză din 1959). *Logica cercetării* s-a bucurat de recenzii şi ecouri şi în alte ţări ale Europei. În 1935—36, autorul ei răspunde invitaţiei de a ţine expuneri la unele universităţi din Anglia. Pe această filieră, Popper a primit oferta de a ocupa un post universitar în Noua Zeelandă, ofertă pe care a acceptat-o ţinînd seama de pericolul iminent al anexării Austriei de către Germania nazistă. În Noua Zeelandă a lucrat din 1937 pînă în 1946 cînd a revenit în Anglia, ca profesor la *London School of Economics*, poziţie pe care o va păstra pînă la sfîrşitul carierei sale universitare. Cercetările lui Popper în domeniul epistemologiei şi metodologiei ştiinţei se finalizează acum prin redactarea *Postscriptum*-ului, prin publicarea în 1959 a primei ediţii engleze a *Logicii cercetării* şi a unui mare număr de articole care dezvoltă în diferite direcţii ideile primei sale cărţi. Datorită scrierilor sale în limba engleză, turneelor sale de conferinţe în Statele Unite şi Apusul Europei, participării sale active la congrese şi conferinţe filozofice, notorietatea lui Popper şi influenţa ideilor lui cresc continuu. Întreaga lui carieră academică şi publicistică, centrată în jurul problemelor abordate pentru prima dată în *Logica cercetării*, este marcată de confruntarea

cu diferitele curente ale filozofiei analitice, care domină cu autoritate scena filozofică din Anglia, S.U.A. și alte țări în primele decenii de după război. Cu trecerea timpului, Popper va judeca tot mai nefavorabil filozofiile analitice, atît cele orientate formalist, care s-au impus sub influența lui Carnap și a altor membri ai Cercului de la Viena, cît și diferitele variante ale analizei „limbii comune". (Vezi prefața primei ediții engleze.) Această atitudine, care a contribuit, fără îndoială, la creșterea interesului pentru ideile lui Popper și a influenței lor, culminează cu aprecierea din *Autobiografie* că filozofia analitică, în măsura în care tinde să reducă sarcina filozofiei la *„explicația conceptuală"* (*„conceptual explanation"*) și marchează scăderea interesului pentru marile probleme filozofice, concentrarea unilaterală asupra reconstrucțiilor formale sau a analizei semnificației cuvintelor din limba de toate zilele, poate fi calificată ca o renaștere în forme noi a scolasticii. O altă direcție majoră și permanentă a angajării lui Popper, legată strîns de problematica *Logicii cercetării*, a fost apărarea și dezvoltarea unei interpretări realiste a teoriilor fizicii moderne în confruntare critică cu diferitele orientări subiectiviste.

În ultima perioadă, preocupările autorului *Logicii cercetării* s-au concentrat îndeosebi în direcția elaborării unei teorii generale a existenței, menită să pună în evidență unitatea gîndirii sale și să asigure integrarea contribuțiilor sale în domeniul teoriei cunoașterii, a filozofiei științelor naturii, a filozofiei sociale și politice. Nucleul acestei ontologii filozofice îl constituie distincția dintre „lumea 1" (realitatea fizică, în sensul larg al termenului), „lumea 2" (psihicul animalelor superioare și al omului) și „lumea 3" (universul creațiilor culturii spirituale, în primul rînd al creațiilor științifice, artistice și filozofice), precum și o concepție cu privire la corelațiile dintre ele. Comparată cu alte contribuții filozofice ale lui Popper, în primul rînd cu teoria lui asupra metodei științei, această concepție nu impresionează prin originalitate și cu atît mai puțin prin consistență și soliditate a întemeierii. Deosebit de vulnerabile, deopotrivă din punct de vedere general filozofic și științific, sînt idei ca cea a independenței entităților ce populează „lumea 3" de orice suport material, a interacțiunii directe dintre „lumea 2" și „lumea 3" fără medierea „lumii 1" sau a acțiunii cauzale a „lumii 2" asupra „lumii 1", în particular a conștiinței asupra creierului, care pot fi caracterizate drept încercări de a reabilita teme și poziții consacrate de filozofia idealistă tradițională. Multe din reacțiile critice față de teoria popperiană a celor 3 lumi care s-au produs în literatura filozofică marxistă, în particular în publicistica noastră filozofică, sau în afara acestui perimetru, vizează în mod deosebit aceste idei. Oricît de importantă ar fi teoria celor 3 lumi pentru o apreciere de ansamblu a filozofiei lui Popper, influența ei directă asupra teoriei sale despre metoda științei poate fi apreciată ca neglijabilă[1]. Iată de ce o expunere mai largă și o analiză critică sistematică a ontologiei filozofice din opera tîrzie a lui Popper nu mi se pare nici necesară, nici justificată într-un studiu consacrat *Logicii cercetării*.

*

* *

[1] Semnificativ în această privință mi se pare, de exemplu, faptul că în notele și adaosurile mai recente introduse în *Logica cercetării* Popper nu face nici o referire la teoria celor 3 lumi, precum și sublinierea lui că distinge nu numai între metodologie și filozofia generală, dar și între metodologie și teoria cunoașterii (vezi nota 1 din paragraful 84).

Rădăcinile *Logicii cercetării* şi cadrele generale ale concepţiei popperiene a ştiinţei nu pot fi înţelese fără examinarea unora din marile mişcări de idei ale epocii. Popper însuşi aminteşte în *Autobiografie* studiile sale de matematică şi fizică, interesul său pentru noile teorii fizice, în primul rînd pentru teoriile lui Einstein, preocupările pentru studiul unor lucrări filozofice clasice, îndeosebi a lucrărilor lui Kant, lectura *Tractatus*-ului lui Wittgenstein şi a unor scrieri ale membrilor Cercului de la Viena (R. Carnap, H. Hahn, V. Kraft) şi discuţiile cu aceştia. În cele ce urmează, vor fi considerate nu numai puncte de vedere cu circulaţie care au fost într-un fel asimilate de Popper, ci şi cele de faţă de care poziţia lui se conturează prin delimitare şi opoziţie.

Ultimile decenii ale secolului trecut şi primele decenii ale secolului nostru se caracterizează printr-o puternică dezvoltare a cercetărilor de logică. Aceste cercetări sînt strîns legate de preocupările pentru analiza şi reconstrucţia logică a unor discipline ştiinţifice care atinseseră deja un nivel înalt de dezvoltare. Între anii 1874—1897, Cantor formulează teoria mulţimilor şi a numerelor transfinite, iar G. Frege, care elaborează în lucrarea sa *Begriffsschrift* primul limbaj formalizat, primul limbaj perfect din punct de vedere logic, lucrează la un program de definire a conceptelor şi relaţiilor aritmetice fundamentale în termeni logici. Teoria numerelor este axiomatizată de Peano (1889) iar geometria euclidiană de D. Hilbert (1899). În 1907, Zermelo formulează un sistem axiomatic al teoriei mulţimilor iar în anii 1910—1913 apare lucrarea în 3 volume a lui Russell şi Whitehead, *Principia Mathematica*, care axiomatizează importante domenii ale logicii şi elaborează pe baze noi programul de derivare a aritmeticii din logică, iniţiat de Frege. În deceniile 2 şi 3, Hilbert dezvoltă o teorie formală a demonstraţiei matematice cu scopul nu numai de a elimina paradoxurile cunoscute dar şi de a preveni apariţia oricăror paradoxuri şi contradicţii în matematică. Se obţin, de asemenea, rezultate importante în reconstrucţia axiomatică a unor teorii ale fizicii şi a altor ştiinţe ale naturii.

Printre numeroasele consecinţe ale progreselor înregistrate în logică, se numără şi unele schimbări semnificative în imaginea asupra ştiinţei. Se afirmă tot mai puternic tendinţa de a considera orice disciplină teoretică care a atins faza maturităţii ca un ansamblu de sisteme deductive, ale căror concepte şi enunţuri pot fi derivate dintr-un număr mic de concepte şi enunţuri de bază (axiome). Se operează o distincţie netă între componentele logice şi componentele empirice ale teoriilor ştiinţifice, între structurile deductive formale şi interpretările pe care le primesc aceste structuri. Semnificative în această privinţă sînt, de pildă, precizările lui Hilbert şi Einstein cu privire la distincţia dintre geometria matematică şi geometria fizică[1]. Gradul

---

[1] Referindu-se la distincţia dintre ceea ce numeşte „geometrie axiomatică pură" şi „geometria practică", Einstein scria următoarele: „O claritate deplină asupra acestui subiect nu a putut deveni un bun comun decît datorită acelei tendinţe din matematică, care este cunoscută sub numele de axiomatică. Progresul realizat de axiomatică a constat în aceea că separă cu grijă partea logică şi formală de conţinutul obiectiv sau intuitiv. Din punctul de vedere al axiomaticii, partea logică şi formală constituie singurul obiect al matematicii, dar nu şi conţinutul intuitiv sau un alt conţinut care i se adaugă". (Vezi *Geometrie und Erfahrung* — conferinţă ţinută în faţa Academiei de ştiinţe din Berlin, Ianuarie 1921 —, citat după trad. franceză *La géométrie et l'expérience*, Paris, Gauthier-Villars, 1921, p. 4.)

de simplitate şi gradul de coerenţă logică se afirmă tot mai mult printre valorile după care se conduc oameni de ştiinţă în evaluarea noilor teorii, ceea ce a reieşit clar din discuţiile asupra teoriei relativităţii.

Pe de altă parte, unii din oamenii care au contribuit în modul cel mai hotărîtor la înnoirea pe care o cunoaşte logica nu vor întîrzia să tragă din această înnoire concluzii cu privire la necesitatea unei reforme radicale a filozofiei. Primul nume care trebuie pomenit este cel al lui Frege. El a avertizat în mod repetat în scrierile sale asupra deosebirilor dintre gramatica limbilor naturale, vorbite de comunităţile omeneşti, şi logică. Foarte multe greşeli de gîndire îşi au temeiul în imperfecţiunea logică a acestor limbi. Mai mult decît orice alt domeniu al activităţii teoretice, filozofia mai veche şi mai recentă ilustrează urmările grave pe care le poate avea acceptarea fără critică a gramaticilor limbilor naturale. Pentru filozofie, logica nouă are urmări revoluţionare nu numai fiindcă dezvăluie greşelile de gîndire care stau la baza formulării multora dintre problemele ei tradiţionale şi permite eliminarea acestora, ca false probleme, ci şi fiindcă eliberează în general gîndirea de cătuşele limbii comune, punînd la dispoziţia ei, ca şi la dispoziţia tuturor ştiinţelor, limbaje ireproşabile din punct de vedere logic. Făcînd un pas mai departe în aceeaşi direcţie, B. Russell, care a fost unul din puţinii admiratori ai lui Frege la începutul secolului, va afirma că logica nouă oferă filozofiei o metodă de cercetare care o va reînnoi în mod radical, în acelaşi fel în care fizica a fost reînnoită în epoca lui Galilei prin introducerea metodelor matematice. Filozofia se deosebeşte de ştiinţele particulare tocmai prin faptul că problemele ei sînt de natură exclusiv logică. Dintre problemele filozofiei tradiţionale unele vor putea fi soluţionate prin cercetări logice, iar cele care nu pot fi abordate sau rezolvate prin asemenea metode nu pot fi considerate probleme filozofice autentice[1]. Russell însuşi a apreciat că o elaborare mai profundă a acestui punct de vedere a fost dată în *Tractatus logico-philosophicus*, lucrarea fostului său student de la Cambridge, Ludwig Wittgenstein, care apare în anul 1921 şi va exercita o influenţă covîrşitoare asupra dezvoltării concepţiilor Cercului de la Viena. *Tractatus*-ul este neîndoielnic o lucrare unică în felul ei, compusă dintr-o înşiruire de sentinţe criptice, oraculare, care rămîn deschise la cele mai diferite interpretări. Aici am în vedere însă numai interpretarea pe care a primit-o în Cercul de la Viena, incontestabil cea mai influentă, cel puţin în perioada în care a fost scrisă *Logica cercetării*. Liniile mari ale concepţiei Cercului asupra filozofiei aşa cum s-a conturat aceasta sub influenţa *Tractatus*-ului, reies cu multă claritate dintr-un articol programatic al lui M. Schlick, fondatorul şi conducătorul neoficial al acestui grup de discuţii, articol intitulat semnificativ *Coti-*

---

[1] „Toate problemele... în măsura în care sînt specific filozofice, pot fi reduse la probleme logice. Şi acest lucru nu este accidental, ţinînd seama de faptul că orice problemă filozofică supusă unei analize şi clarificări indispensabile se dovedeşte fie a nu fi filozofică, fie a fi logică..." (B. RUSSELL, *Our Knowledge of External World* (1914), citat după trad. franceză sub titlul *Méthode scientifique en philosophie*, Paris, Librairie philosophique J. Vrin, 1929, p. 32.)

tura filozofiei[1]. Noua concepţie reprezintă o ruptură radicală în raport cu o îndelungată tradiţie istorică, în primul rînd deoarece nu mai consideră filozofia ca o teorie, ca un sistem de cunoştinţe, ci ca o activitate. Şi anume, activitatea prin care este descoperit şi fixat sensul enunţurilor. Sensul unui enunţ poate fi, desigur, explicat printr-un alt enunţ, dar această regresiune nu poate continua la nesfîrşit, ci se încheie prin enunţuri elementare (atomare) al căror sens este dat prin gesturi, prin acte reale, care indică anumite obiecte şi însuşiri direct perceptibile. Una din cele mai mari greşeli ale metafizicii tradiţionale constă în presupunerea că există un sens şi conţinut ultim care poate fi formulat în enunţuri; în realitate, „calităţile" desemnate de enunţurile atomare nu pot fi descrise, ci doar trăite şi indicate sau arătate. Natura activităţii filozofice este, prin urmare, esenţial diferită de cea a muncii ştiinţifice; filozofia urmăreşte clarificarea enunţurilor, iar ştiinţa, verificarea lor; dacă ştiinţa încearcă să determine valoarea de adevăr a enunţurilor (ipotezelor), filozofia se interesează numai de sensul lor[2]. Munca de analiză şi clarificare logică a problemelor filozofice tradiţionale ne conduce la concluzia că unele dintre acestea sînt probleme cu sens ce nu pot fi însă soluţionate pe calea gîndirii pure ci numai prin cercetare empirică, iar altele sînt false probleme. Prin această dizolvare a problemelor filozofiei tradiţionale, misiunea filozofiei nu se încheie însă. Activitatea filozofică de clarificare a sensului reprezintă alfa şi omega oricărei cunoaşteri ştiinţifice. De cîte ori omul de ştiinţă îşi propune clarificarea sensului unor concepte şi enunţuri (cum este cazul lui Einstein, care şi-a pus problema sensului enunţurilor despre spaţiu şi timp), prestaţia lui este prin excelenţă filozofică; în acest sens, deschizătorii de noi drumuri în ştiinţă sînt, în acelaşi timp, şi filozofi. Oricît de strîns ar fi însă împletite activităţile ştiinţifice şi filozofice, ele rămîn activităţi radical deosebite. Ideea unei distincţii nete între filozofie şi ştiinţă ocupă, prin urmare, un loc central în aşa-numita reformă a filozofiei, promovată de Russell şi Wittgenstein, reformă care şi-a găsit cea mai deplină realizare în activitatea Cercului de la Viena şi apoi a filozofiei analitice postbelice[3].

---

[1] *Die Wende der Philosophie*, în „*Erkenntnis*", vol. I, 1930/31. Din mărturiile foştilor membri ai Cercului vienez reiese că Schlick a întreţinut raporturile intelectuale cele mai active şi mai armonioase cu Wittgenstein şi a suferit cel mai puternic influenţa acestuia; în cadrul numeroaselor şedinţe ale Cercului consacrate discutării *Tractatus*-ului, el s-a afirmat ca cel mai autorizat interpret al cărţii.

[2] Acest punct de vedere este exprimat în manifestul din 1929 al Cercului în termenii următori: „În această clarificare a problemelor şi enunţurilor constă sarcina muncii filozofice, şi nu în formularea unor enunţuri «filozofice»". Şi mai departe: „Nu vor fi formulate «propoziţii filozofice», ci doar clarificate propoziţii". (Vezi R. CARNAP, H. HAHN şi O. NEURATH, *Wissenschaftliche Weltauffassung — Der Wiener Kreis*, în *Logischer Empirismus der Wiener Kreis*, (ed.) H. SCHLICHERT, München, W. Fink Verlag, 1975, p. 207—208 şi p. 220.)

[3] Mult mai tîrziu, Carnap va caracteriza poziţia Cercului după cum urmează: „Pe linia concepţiei de bază a lui Wittgenstein, noi cei din Cercul de la Viena am fost de acord că una din sarcinile principale ale filozofiei este clarificarea şi explicaţia. De obicei, o idee filozofică *(philosophical insight)* nu ne spune ceva despre lume, ci este doar o cunoaştere mai clară a semnificaţiilor şi relaţiilor dintre semnificaţii". (Vezi *W. V. Quine on Logical Truth* în *The Philosophy of Rudolf Carnap*, (ed.) P. SCHILPP, La Salle, Ilinois, Open Court, 1963, p. 917.)

Construcția axiomatică a științei a atras după sine schimbări însemnate în modul de a înțelege justificarea pretențiilor de cunoaștere ale legilor și teoriilor ei. În concepția inductivistă tradițională, multă vreme general acceptată în ceea ce privește științele naturii, această justificare era dată arătîndu-se că legile și teoriile științifice iau naștere prin generalizarea datelor observației directe. Newton, de exemplu, recurgea de obicei la asemenea argumente pentru a proba excelența anumitor teorii științifice. Metodologia inductivistă tradițională, în măsura în care își propunea să ofere unele reguli și criterii explicite pentru determinarea valorii de cunoaștere a rezultatelor cercetării, reprezintă un amestec inextricabil de considerații logice și psihologice. Odată însă ce în disciplinele științifice fundamentale rolul conducător a fost preluat de teorii axiomatice, ale căror concepte și principii capătă un caracter extrem de abstract, devine tot mai clar că încercările de a întemeia valoarea de cunoaștere a acestor teorii prin considerații privitoare la demersurile de gîndire prin care au luat naștere conceptele și principiile lor sînt iluzorii. Reacția împotriva viziunilor metodologice tradiționale, care nu separă clar componentele logice și psihologice ale cunoașterii, este anunțată și pregătită de critica principală a psihologismului, formulată de Frege[1] și apoi, cu mai mult răsunet, de Ed. Husserl. O nouă concepție asupra metodei fizicii teoretice, opusă celei inductiviste tradiționale, este schițată de Einstein[2]. Einstein socotește că activitatea fizicianului teoretician poate fi divizată în două părți: 1) formularea conceptelor și principiilor de bază ale unei teorii; 2) formularea tuturor consecințelor care pot fi derivate din acestea. Prima parte este produsul activității imaginației creatoare, o activitate care nu este condusă sau reglementată de nici un fel de reguli. Desigur, cercetătorul este inspirat și orientat în formularea ideilor de bază ale unei teorii de faptele de observație existente, dar nu există o cale logică care să ducă de la aceste fapte la conceptele primitive și axiomele teoriei. În acest sens, Einstein spune că ultimele sînt „invenții libere" ale creatorului lor. Ca și în cazul oricărei invenții, cercetarea mecanismelor ei este de domeniul psihologiei și cade în afara intereselor metodologiei științei. Dimpotrivă, a doua activitate este condusă pas cu pas de reguli și prescripții logice și este, prin urmare, una dintre acele activități care se învață. Rezultatele ei umplu aproape în întregime o carte de fizică teoretică. Prin această activitate, sînt deduse din baza axiomatică a teoriei consecințe ce pot fi supuse controlului experienței. Dreptul la existență al unei teorii este justificat prin capacitatea ei de a unifica un număr cît mai mare de fapte de observație și de a conduce la descoperirea unor fapte noi, necunoscute. Valoarea teoriei va crește pe măsură ce ea unifică și explică un număr cît

[1] Frege insistă asupra deosebirii dintre temeiurile care justifică o idee și cauzele care o determină. El scrie în una din ultimele sale lucrări, rămase nepublicate: „O cunoaștere ia naștere prin aceea că un gînd este recunoscut cu adevărat. Dar eu nu consider producerea gîndului ca fiind cunoaștere, ci numai recunoașterea adevărului, judecata propriu-zisă. Ca sursă a cunoașterii socotesc ceea ce justifică recunoașterea adevărului". (*Erkenntnisquellen der Mathematik und der mathematischen Naturwissenschaften*, 1924/25, în G. FREGE, *Schriften zur Logik, Aus dem Nachlaß*, Berlin, Akademie Verlag, 1973, p. 227.)

[2] Expunerea ce urmează se bazează pe următoarele texte: *Discursul inaugural la Academia prusacă de științe* (1914); *Despre teoria restrînsă și generalizată a relativității, pe înțelesul tuturor* (1917) și *Despre metoda fizicii teoretice* (1934).

mai mare de fapte pe baza unui număr cît mai mic de concepte primitive şi axiome. Această concepţie asupra metodei fizicii teoretice cîştigă teren pe măsură ce creşte distanţa dintre conceptele şi legile de bază şi consecinţele empirice ale teoriilor fizice, pe măsură ce baza lor axiomatică este redusă la un număr tot mai mic de elemente conceptuale independente. Einstein crede că teoria generalizată a relativităţii a adus probe hotărîtoare în favoarea concepţiei sale metodologice şi împotriva celei inductiviste, care se bucurase de o largă acceptare în secolele XVIII — XIX. Această teorie a probat că pornindu-se de la concepte şi principii cu totul deosebite de cele ale teoriei newtoniene a gravitaţiei, poate fi explicată, şi încă într-un mod mai satisfăcător, aceeaşi mulţime de fapte şi legi empirice. Pe baza principiilor metodologiei inductiviste tradiţionale nu poate fi explicat fapul că două teorii esenţial diferite dau socoteală de aceleaşi fapte. Dimpotrivă odată ce distingem net între geneza fundamentelor unei teorii şi justificarea pretenţiilor ei de cunoaştere, o dată ce considerăm teoriile fizice ca sisteme ipotetico-deductive, posibilitatea unor asemenea teorii competitive capătă o explicaţie satisfăcătoare.

În sfîrşit, într-o prezentare cît de sumară a contextului ştiinţific şi filozofic general în care s-a constituit teoria ştiinţei expusă în *Logica cercetării*, nu putem să nu amintim de restructurările fundamentale pe care le-a suferit tabloul fizic al lumii în primele decenii ale secolului, prin apariţia teoriei relativităţii şi a teoriei cuantelor. Cititorul *Logicii cercetării* nu trebuie să piardă nici un moment din vedere aceste evenimente, cu atît mai mult cu cît această carte îşi propune scopul declarat de a formula o teorie despre metoda ştiinţelor realului (nu a ştiinţelor formale, logico-matematice) şi consideră fizica modernă ca model al ştiinţei teoretice a naturii. Popper a fost martor şi apoi participant activ la controversele filozofice iscate în primele decenii ale secolului de apariţia noilor teorii fizice. După o lungă perioadă, inaugurată de opera ştiinţifică a lui Newton, în care fizica s-a dezvoltat în cadrul unor concepte şi principii fundamentale considerate ca avînd o valoare absolută, revoluţia din fizică a pus în evidenţă în mod dramatic relativitatea cunoaşterii fizice. Încrederea spontană, nereflectată a fizicienilor în valoarea construcţiilor teoretice a fost zdruncinată. Discuţia filozofică privitoare la natura cunoaşterii fizice atinsese o intensitate şi o amploare necunoscute pînă atunci. Mai poate fi susţinută, şi cum anume, în această epocă de nesiguranţă şi schimbare, ideea că teoriile fizice sînt descrieri aproximative şi idealizate ale lumii reale? Sau dimpotrivă ar trebui să admitem, în lumina noilor evenimente, că o asemenea pretenţie nu mai poate fi justificată, că valoarea teoriilor fizice constă numai în capacitatea lor de a ordona cît mai economic universul datelor senzoriale, cum susţineau filozofii ştiinţei de orientare pozitivistă? Reprezintă oare schimbările tabloului fizic al lumii o succesiune de pendulări în direcţii diferite sau este vorba de o mişcare în esenţă progresivă de adîncire a cunoaşterii noastre asupra lumii? Aceste întrebări şi disputa în jurul lor erau la ordinea zilei în preajma anului 1930, cînd Popper a început să scrie *Logica cercetării*. Ele nu mai interesau doar un grup mic de filozofi, ci cercuri tot mai largi ale fizicienilor şi ale oamenilor culţi. Într-o formă nouă, vechea problemă a valorii ştinţei se punea din nou, cu mare acuitate.



Logica cercetării se caracterizează printr-o coerență logică și rigoare a argumentării rar întîlnite în scrierile filozofice. Deși nu își propune să urmeze modul de expunere consacrat într-o anumită știință, cum a făcut altădată Spinoza în *Etica* sa, Popper se străduiește să se apropie de standardurile de claritate și stringență logică care au fost atinse de cele mai evoluate discipline științifice. Formularea clară a problemelor, examinarea critică a principalelor soluții care au fost propuse pentru aceste probleme, enunțarea explicită a supozițiilor de la care pleacă soluția propusă de autor, argumentarea strînsă, în pași mici, care face apel mereu la analize și concluzii din alte capitole și paragrafe, sacrificarea deliberată a eleganței în favoarea transparenței și a strigenței logice, sînt cîteva caracteristici ale stilului expunerii în *Logica cercetării*. La Popper acest fel de a scrie reprezintă însă mai mult decît expresia aderenței sale la modelele de claritate, rigoare și sobrietate stilistică pe care le oferă unele scrieri științifice; el poate fi considerat și ca rezultatul efortului de a satisface cerințe ce rezultă din concepția autorului cu privire la rolul criticii în progresul oricărei întreprinderi teoretice. Interesul și valoarea unei lucrări filozofice, ca și ale unei lucrări științifice, constau, după Popper, în primul rînd în aceea că propun probleme noi sau soluții noi pentru anumite probleme. Cel care practică filozofia într-un spirit științific, la fel ca și adevăratul om de știință, nu va năzui să aibă întotdeauna dreptate, ci în primul rînd să favorizeze cooperarea intelectuală; o cooperare de natură să asigure o formulare cît mai adecvată a problemelor precum și găsirea unor soluții cît mai bune pentru aceste probleme. Iată de ce el nu va urmări să evite critica, ci dimpotrivă, se va expune cît mai mult criticii. Pentru aceasta, va trebui să scrie cît mai clar cu putință. Este evident că în acest context claritatea nu este înțeleasă ca o caracteristică stilistică. Ea capătă un conținut mai cuprinzător și mai determinat. Scrie clar cel ce enunță cu cea mai mare grijă și într-un mod cît mai neechivoc problemele de care intenționează să se ocupe, cel care își formulează cît mai explicit și mai complet premisele și expune în toate verigile lor raționamentele care l-au condus de la aceste premise la soluțiile pe care le propune. Claritatea este ansamblul însușirilor unei lucrări teoretice care fac posibilă și facilitează critica ei cît mai severă. Critica devine posibilă și este ușurată fiindcă țintele ei potențiale — problema și modul de a pune problema, premisele de la care pleacă soluția propusă și presupozițiile pe care se sprijină — sînt bine puse în evidență. Examinarea lor permite criticului să determine dacă s-a greșit și unde s-a greșit, în ce constă greșeala, ce anume a provocat-o, cum poate fi ea îndepărtată, dacă există probleme care nu au primit o soluție, dacă soluția lor este incompletă ș.a.m.d. Gîndită în acest fel, claritatea este, fără îndoială, un ideal greu de atins. Cititorul *Logicii cercetării*, cu deosebire cititorul care a făcut experiența lecturii unor lucrări de filozofie speculativă, chiar de cea mai bună calitate, va fi însă de acord că Popper a făcut eforturi apreciabile și nu lipsite de rezultate pentru a se apropia de acest ideal. Iar dacă a urmărit să favorizeze în acest fel critica, apoi judecînd cel puțin după amploarea și varietatea reacțiilor critice pe care le-a suscitat car-

tea sa de la apariţia ei şi pînă astăzi, am putea spune că autorul şi-a realizat pe deplin scopul!

Consideraţiile de mai sus nu au doar rostul de a atrage atenţia cititorului asupra unor caracteristici ale lucrării de faţă; ele îşi propun să justifice într-un fel şi factura acestui studiu introductiv. Căci ele m-au condus la ideea de a discuta însemnătatea şi actualitatea teoriei cunoaşterii şi metodologiei dezvoltate în *Logica cercetării* precum şi controversele generate de această carte, pornind de la o încercare de reconstituire a presupoziţiilor pe care se întemeiază concepţia popperiană asupra ştiinţei. Sînt conştient, desigur, de faptul că adoptarea acestui punct de vedere va duce, între altele, la o prezentare foarte schematică atît a poziţiilor lui Popper cît şi a celor ale criticilor săi şi va scoate din cîmpul discuţiilor multe aspecte şi idei interesante. M-am decis totuşi să urmez această cale, gîndindu-mă că ea oferă, oarecum, o perspectivă unitară asupra marilor teze ale cărţii, fără îndoială numai una din multiplele posibile, şi că este, din acest motiv, preferabilă unei încercări de expunere şi evaluare a acestor teze în ordinea urmată de autor. În plus, un asemenea mod de a proceda are avantajul de a fi mai apropiat de stilul în care sînt analizate concepţiile altor filozofi în *Logica cercetării* şi de directiva generală care ar putea fi degajată din aceste analize: „Examinaţi în primul rînd premisele unei concepţii, consecvenţa ei în raport cu aceste premise şi consecinţele pe care le implică ele!“

Prezentarea critică ce urmează porneşte de la supoziţia că viziunea popperiană asupra ştiinţei (mai precis asupra aşa-numitelor ştiinţe ale realului care au ca obiect un domeniu al realităţii şi îşi supun ideile controlului experienţei) se constituie, în principal, prin fuziunea a două elemente distincte: (1) conceperea unei ştiinţe ca un ansamblu de teorii şi conceperea teoriilor ca sisteme ipotetico-deductive; (2) conceperea ştiinţei ca „ştiinţă eroică“.

Primul element apare deja în primele propoziţii ale capitolului I: sarcina cercetătorului din ştiinţele empirice este de a formula teorii şi de a le controla prin observaţie şi experiment. (Aici este deja manifestă supoziţia că aceste două activităţi sînt distincte.) Oricît de important ar fi acest element, considerat în mod separat, izolat de al doilea el nu caracterizează însă în mod specific viziunea popperiană asupra ştiinţei. Într-adevăr, punctul de vedere că teoriile ştiinţifice sînt sisteme ipotetico-deductive concentrează un ansamblu de presupoziţii împărtăşite în comun de concepţii divergente asupra ştiinţei din acea vreme, care se opuneau toate inductivismului tradiţional. Menţionez cîteva din aceste presupoziţii: conceptele şi principiile de bază ale teoriei nu pot fi obţinute pe cale logică, prin generalizare inductivă, din faptele de observaţie; ele sînt produsul fanteziei creatoare a omului de ştiinţă, care se raportează, desigur, la faptele cunoscute empiric şi îşi propune să rezolve probleme determinate dintr-un domeniu al cercetării; adevărul principiilor unei teorii nu poate fi întemeiat prin referiri la adevărul unor constatări faptice din care ar fi fost derivate prin generalizare, cum susţineau inductiviştii de tradiţie baconiană; în acest sens, principiile unei teorii ştiinţifice trebuie considerate ca ipoteze; valoarea lor de cunoaştere poate fi apreciată numai derivînd din ele consecinţe (predicţii) ce pot fi confruntate cu datele de observaţie; organizarea logică riguroasă a teoriei ca sis-

tem deductiv, axiomatic este indispensabilă pentru a face posibilă derivarea din principiile teoriei, prin demersuri adesea foarte lungi şi complicate, a unor consecinţe empirice determinate; logica intervine deci în mod esenţial în procesul punerii la probă a principiilor teoretice, dar nu în producerea lor.

În vremea cînd Popper scria *Logica cercetării*, asemenea puncte de vedere se bucurau deja de o largă acceptare mai ales printre filozofii mai apropiaţi de ştiinţă, atît datorită puterii de convingere a unor argumente ca cele invocate de Einstein (caracterul tot mai abstract, mai neintuitiv al principiilor noilor teorii fizice, coexistenţa unor teorii care explicau, pornind de la principii fundamental diferite, acelaşi domeniu de fapte), cît şi, în general, tendinţelor antipsihologiste declanşate de dezvoltarea logicii noi şi de construcţia axiomatică a teoriilor ştiinţifice. Faptul nu este lipsit de însemnătate pentru o mai bună clarificare a raportului dintre concepţia asupra ştiinţei a autorului *Logicii cercetării* şi cea a empirismului sau pozitivismului logic timpuriu. Popper a insistat întotdeauna asupra deosebirilor, a dezacordurilor cu empirismul logic şi a avut desigur bune motive să o facă. La apropieri şi puncte comune el s-a referit într-o formă mai generală, pomenind caracteristici ca poziţia raţionalistă şi aderenţa la spiritul iluminismului împotriva tendinţelor iraţionaliste din epocă (care se manifestau în modul cel mai semnificativ sub lozinca „renaşterii metafizicii"), cultul clarităţii şi transparenţei, tendinţa de a apropia stilul analizei şi discuţiei filozofice de cel al analizei şi discuţiei din ştiinţele teoretice, recunoaşterea utilităţii aplicării instrumentelor logice moderne pentru clarificarea problemelor epistemologiei şi metodologiei ştiinţelor[1]. Fără îndoială, apropierile merg însă mai departe. Dincolo de deosebiri într-adevăr esenţiale, tendinţa logicistă, antipsihologistă apropie mult abordarea popperiană a ştiinţei de cea a empirismului logic. Considerarea enunţurilor şi a sistemelor de enunţuri, a teoriilor, ca elemente de bază prin care se exprimă conţinutul cognitiv al unei ştiinţe, distincţia de natură dintre enunţuri analitice şi sintetice, respectiv dintre ştiinţe formale (logico-matematice) şi ştiinţe factuale (empirice), distincţia netă dintre cercetarea empirică, psihologică sau sociologică a modului cum iau fiinţă noi idei şi teorii ştiinţifice şi formularea unor reguli de evaluare, comparare şi selecţie a teoriilor ipotetice pe baza unor criterii şi norme cu caracter logic, distincţia dintre ceea ce s-a numit, cu o expresie consacrată mai tîrziu de către H. Reichenbach, contextul genezei (descoperirii) şi contextul întemeierii (validării), sînt numai cîteva din cadrele comune în care se mişcă teoria ştiinţei a empirismului logic şi cea formulată de Popper în

[1] Mai recent, referindu-se la unele poziţii de principiu formulate de Carnap în prefaţa cărţii sale de tinereţe *Der logische Aufbau der Welt* (1928), Popper scria: „Carnap pleda aici pentru raţionalitate, pentru o mai mare responsabilitate intelectuală; el ne cerea să învăţăm din felul cum procedează matematicienii şi oamenii de ştiinţă şi evidenţia contrastul dintre această procedură şi manierele deprimante ale filozofilor cu înţelepciunea lor plină de ifose şi cu pretenţiile lor de cunoaştere pe care le prezintă cu un minimum de argumente raţionale sau critice. Această atitudine generală, atitudinea iluminismului, şi această privire critică asupra filozofiei — asupra a ceea ce este din nefericire filozofia şi a ceea ce ar trebui să fie — mă leagă şi acum strîns de Cercul de la Viena şi de părintele lui spiritual, Berttrand Russell. Aceasta explică de ce uneori membri ai Cercului, de exemplu Carnap, m-au considerat ca fiind unul de-al lor şi mi-au reproşat că am exagerat diferenţele dintre ideile noastre". (Vezi *Autobiography*, în *The Philosophy of Karl Popper*, p. 80.)

Logica cercetării. După părerea mea, aceste apropieri exprimă nu numai o reacţie asemănătoare faţă de unele evoluţii care au loc în ştiinţa vremii; ele sînt şi mărturia unei anumite influenţe pe care au exercitat-o scrierile membrilor Cercului de la Viena şi ale părinţilor lor spirituali asupra formării concepţiilor lui Popper.

Locul important al logicii în metodologia lui Popper, subliniat chiar de alegerea titlului lucrării sale capitale, decurge în mod firesc din premisa că aprecierea valorii de cunoaştere a oricărei teorii abstracte din domeniul ştiinţelor empirice poate fi realizată numai prin considerarea consecinţelor ei observaţionale, a predicţiilor ce pot fi derivate dintr-o asemenea teorie. Teoriile sînt considerate sisteme deductive destul de puternice pentru a permite predicţii univoce şi precise. Tocmai pornind de la această presupunere, sînt abordate şi primesc o soluţie în *Logica cercetării* probleme ca cea a criteriului de demarcaţie dintre teoriile ştiinţei empirice şi teoriile care nu aparţin ştiinţei empirice sau cea a criteriilor de evaluare comparativă a teoriilor ştiinţifice competitive, socotite de Popper ca problemele cardinale ale metodologiei ştiinţei. Caracterizînd metoda ştiinţei empirice ca metoda testării deductive a teoriilor (vezi paragraful 3), Popper enumeră 4 linii diferite pe care poate fi realizată evaluarea critică a teoriilor: 1) controlul consistenţei interne a teoriei ca sistem ipotetic-deductiv; 2) examinarea formei logice a teoriei pentru a determina dacă are conţinut informativ, dacă nu este cumva tautologică; 3) compararea consecinţelor empirice derivate dintr-o teorie cu cele derivate din teoriile concurente pentru a determina dacă prima are sau nu o valoare de cunoaştere superioară în raport cu celelalte, presupunînd că va trece cu succes testele (probele) empirice pe care le propune; 4) evaluarea teoriei în lumina rezultatelor acestor teste. După cum va putea să constate cititorul, contribuţia originală a *Logicii cercetării* constă în primul rînd în elaborarea unor concepte, criterii şi norme pentru evaluarea teoriilor pe ultimele două linii. Caracteristic pentru „logica cercetării" sau metodologie este că ea nu îşi propune să înfăţişeze testarea deductivă a teoriilor aşa cum are ea loc efectiv în activitatea ştiinţifică curentă, ci să degajeze scheletul logic al acestor activităţi. Punctul ei de vedere nu este descriptiv, ci normativ. Odată ce am înţeles că problematica unei teorii filozofice a cunoaşterii se reduce la problematica „logicii cercetării" sau a metodologiei, devine posibilă o distincţie clară între teoria cunoaşterii şi psihologia cunoaşterii, înfrîngerea şi eliminarea definitivă a psihologismului.



Punctul de vedere că teoriile ştiinţelor empirice sînt sisteme ipotetic-deductive pare să fie considerată de Popper ca o premisă neproblematică şi indiscutabilă a oricărei abordări raţionale a problemelor metodologiei ştiinţei. De cîte ori afirmă acest punct de vedere, larg împărtăşit, cum subliniam, în epoca elaborării *Logicii cercetării*, el nu spune şi nu lasă măcar impresia că optează, că realizează o alegere, că adoptă o viziune asupra ştiinţei între altele posibile. Cu totul altfel stau lucrurile cînd este vorba de o altă componentă esenţială a concepţiei sale asupra ştiinţei, considerarea ştiinţei ca „ştiinţă

eroică". În acest caz, Popper nu numai că vorbeşte explicit despre o opţiune, dar subliniază în mod insistent şi repetat caracterul ei fundamental, faptul că teoria sa asupra metodei ştiinţei teoretice se întemeiază pe această opţiune.

Dacă „logica cercetării" sau metodologia îşi propune să formuleze anumite norme pentru evaluarea şi critica pretenţiilor de cunoaştere ale teoriilor, este firesc ca în elaborarea ei să se pornească de la o idee clară privitoare la ceea ce este cunoaşterea ştiinţifică. Cu toate acestea, puţini autori se încumetă să abordeze frontal această problemă şi să-i dea un răspuns cît de cît explicit, lipsit de echivoc. De cele mai multe ori, cititorului i se sugerează că termeni ca „ştiinţă", „cunoaştere ştiinţifică" etc. sînt folosiţi în accepţia pe care le-o dau în mod obişnuit oamenii de ştiinţă, că aici este vorba de nişte intuiţii pe cît de importante pe atît de greu de explicitat pînă la capăt. Popper se numără printre puţinii filozofi de astăzi care socotesc că o determinare cît mai strînsă a conceptului „ştiinţă" este nu numai posibilă dar şi indispensabilă ca punct de plecare pentru elaborarea unei metodologii. Căci cum ar putea metodologia să ne ofere criterii care să permită delimitarea teoriilor ştiinţifice de teoriile care nu au un caracter ştiinţific şi aprecierea comparativă a valorii de cunoaştere a teoriilor ştiinţifice atît timp cît ea nu este construită pe baza unei idei clare despre ceea ce este cunoaşterea ştiinţifică?

Odată ce recunoaştem necesitatea de a fixa cît mai bine contururile acestui concept, se pune întrebarea pe ce cale putem ajunge la acest rezultat. La prima vedere s-ar părea că există o singură cale, calea inductivă: filozoful va considera diferitele ştiinţe sau perioade istorice deosebite în dezvoltarea aceleiaşi discipline ştiinţifice şi va reţine caracteristicile invariante; se presupune că în acest fel el va putea ajunge la o idee satisfăcătoare despre ceea ce este cunoaşterea ştiinţifică în general. În practică lucrurile nu sînt însă aşa de simple. De pildă, ceea ce înşişi oamenii de ştiinţă consideră că este „cunoaşterea ştiinţifică" variază adesea considerabil nu numai de la o epocă la alta sau de la o disciplină la alta, ci chiar de la o şcoală ştiinţifică la alta. (Am în vedere acele dispute dintre şcoli în care o tabără îi contestă celeilalte „ştiinţificitatea", apartenenţa la ştiinţă.) Este clar că pentru a putea evalua critic puncte de vedere atît de diferite şi a putea trage o concluzie avem nevoie de la început de un criteriu, de o normă, de o idee conducătoare. Dacă demersul nostru va fi pur inductiv, dacă ne vom limita să generalizăm constatări făcute fără nici o idee preconcepută, nu vom putea ajunge la nici un rezultat. Oricine a formulat vreodată un răspuns la întrebarea ce este „ştiinţa", a pornit, conştient sau nu, de la anumite presupuneri cu privire la ceea ce trebuie să fie „ştiinţa", de la un anumit ideal ştiinţific. Cu alte cuvinte, modul cum definim ştiinţa depinde, în cele din urmă, de adoptarea unei decizii cu privire la ţelul, la scopul pe care trebuie să-l urmărească ştiinţa. Definiţia ştiinţei implică o componentă normativă.

Concluziile la care conduc asemenea consideraţii primesc, în primele două capitole ale *Logicii cercetării*, o formulare care îl poate surprinde şi contraria pe cititorul neprevenit. Popper scrie, de exemplu, că adoptarea unui punct de vedere cu privire la scopul ştiinţei empirice este o chestiune de decizie; o decizie de acest fel nu poate deveni obiectul unei controverse bazate pe argumente (paragraful 4). Enunţarea unor reguli metodologice, elaborarea unei metodolo-

gii, echivalează cu indicarea mijloacelor celor mai potrivite pentru atingerea acestui scop. Regulile metodologice sînt caracterizate, chiar în titlul paragrafului 11, drept convenţii (decizii). Ele permit critica procedurilor reale ale ştiinţei din punctul de vedere al adecvării acestora la un scop stabilit prin decizie.

Luate ca atare, asemenea formulări şi altele asemănătoare, ce pot fi întîlnite în *Logica cercetării*, ar putea lăsa impresia că definiţia ştiinţei empirice propusă de Popper reprezintă rezultatul unei decizii libere, oarecum arbitrare. Această impresie se atenuează însă de îndată ce ne întrebăm cum a ajuns Popper la definiţia pe care o dă ştiinţei empirice, ce condiţii crede el că trebuie să satisfacă metodologia pe care o elaborează pornind de la această definiţie şi căutăm în textele sale răspunsuri la aceste întrebări.

Într-adevăr, atunci cînd spune că el consideră ştiinţă empirică ca „ştiinţă eroică", Popper precizează că are în vedere opera unor mari oameni de ştiinţă ca Galilei, Kepler, Newton, Einstein şi Bohr. Tocmai considerînd opera unor asemenea oameni, şi-a construit el acea imagine idealizată despre ştiinţa empirică pe care o califica ca „eroică" sau „romantică"[1]. O indicaţie în acelaşi sens găsim şi în textul *Logicii cercetării* (vezi paragraful 4); fizica teoretică modernă este caracterizată drept cea mai deplină realizare a ceea ce are în vedere autorul cînd vorbeşte despre ştiinţa empirică[2]. Popper ne spune, este adevărat nu în mod direct, de ce orice ideal ştiinţific va trebui să fie construit pornind de la considerarea realităţilor istorice ale ştiinţei. Numai în măsura în care acest ideal poate fi realizat, cel puţin aproximativ, de către ştiinţa reală, vor putea fi aplicate şi regulile metodologice formulate pe baza lui; altfel ele vor fi lipsite de orice utilitate practică. Şi ce sens ar putea avea, în general, un ideal de cunoaştere a cărui realizare, chiar imperfectă, ar fi de la început exclusă? Desigur, în măsura în care implică preferinţă şi opţiuni, o definiţie a ştiinţei empirice nu poate fi întemeiată prin dovezi constrîngătoare pentru toată lumea, dar ea poate fi apărată şi motivată prin consecinţele ei metodologice. Acesta pare să fie sensul afirmaţiilor repetate ale lui Popper că o definiţie a ştiinţei trebuie judecată

---

[1] Vezi K. POPPER, *Replies to my critics*, in *The Philosophy of Karl Popper*, vol. II, p. 977.

[2] O explicaţie mai largă asupra caracterului idealizat al conceptului de „ştiinţă" pe care se clădeşte o metodologie este dată de V. Kraft, al cărui punct de vedere mi se pare foarte apropiat de cel al lui Popper şi nu este exclus să fi influenţat considerabil formarea vederilor acestuia. (Prima lucrare în care Kraft expune, este adevărat mai sumar, consideraţiile sale asupra raportului dintre descriptiv şi prescriptiv, normativ, în constituirea conceptului de cunoaştere al metodologului, *Die Grundformen der wissenschaftlichen Methoden*, apare încă în 1925; Popper nu numai că a cunoscut această scriere, pe care o citează în *Logica cercetării*, dar a avut discuţii îndelungate cu autorul ei în perioada elaborării cărţii sale.) Referindu-se la faptul că trebuie să ne orientăm în elaborarea conceptului de cunoaştere după „cunoaşterea existentă", Kraft scrie: „Ceea ce în aceasta este năzuinţa tacită şi se realizează imperfect este acum «precizat», devine conştient, este structurat după dorinţă într-o ipostază ideală, şi apoi statuat ca normă. Pentru aceasta este necesară realizarea unei selecţii din diversitatea tipurilor de cunoaştere existente, o opţiune cu privire la specia care, singură, va trebui să fie recunoscută ca fiind cunoaştere. Definiţia cunoaşterii nu ia naştere însă prin faptul că această specie este pur şi simplu analizată şi generalizată, aşa cum *este*, ci prin aceea că este structurată idealizat, ca ceea ce trebuie *să fie*. Ceea ce a condus în mod tacit cunoaşterea reală, este detaşat şi ipostaziat într-o perfecţiune ideală". (Vezi V. KRAFT, *Erkenntnislehre*, Wien, Springer Verlag, 1960, p. 28.)

după fertilitatea ei. Pentru filozof, această fertilitate se exprimă, în primul rînd, în capacitatea definiției propuse de a contribui la depășirea unor insuficiențe și contraindicații ale teoriilor anterioare ale cunoașterii (vezi paragraful 11). La rîndul său, omul de știință poate face o părere în această privință mai întîi în funcție de faptul dacă consecințele metodologice ce decurg dintr-o asemenea definiție sînt în acord cu ceea ce îi apare în mod spontan ca fiind țelul activității sale. Viabilitatea unei metodologii este probată de existența unui acord cuprinzător între evaluările performanțelor științifice la care ne conduce și judecățile elitei științifice. Se observă însă ușor că acest criteriu este destul de vag; constatarea unui asemenea acord este în mare măsură o chestiune de interpretare. Popper merge însă mai departe, susținînd cu toată convingerea că regulile metodologiei sale pot contribui la îmbunătățirea practicii științifice. El se referă la mărturii ale unor oameni de știință cu mari realizări care subliniau că datorită contactului cu ideile *Logicii cercetării* au putut să înțeleagă mai bine condițiile care asigură succesul științific[1]. Fără îndoială, Popper este deosebit de optimist în această privință; el pare să creadă că odată cu elaborarea unei metodologii adecvate și cu răspîndirea ei largă, rolul instinctului marilor oameni de știință, al intuiției lor spontane în luarea unor decizii de natură să favorizeze progresul științei va trebui inevitabil să scadă!

Aceste considerații cu privire la însemnătatea și utilitatea metodologiei pentru practica științifică nu vor fi însă bine înțelese dacă vom pierde din vedere, fie și pentru un moment, faptul că ele nu vizează pe omul de știință în general, ci numai pe cel care face „știință eroică"[2]. Subliniind că teoria sa asupra științei și asupra metodei științei teoretice este relevantă cel puțin pentru o parte a științei reale, Popper nu anulează prin aceasta caracterul ei accentuat normativ. Ca și teoriile științelor empirice, această teorie nu a luat naștere prin generalizări inductive. Dar, spre deosebire de aceste teorii, orice metodologie, ca teoria filozofică, nu poate fi falsificată prin confruntarea prescripțiilor ei cu constatări privitoare la ceea ce fac oamenii de știință. Deosebit de semnificativă este, în această privință, de exemplu, o remarcă pe care Popper o face în primele pagini ale *Logicii cercetării* la adresa unor filozofi contemporani care încearcă să întemeieze inducția, ca principiu metodologic, prin argumentul că este utilizată curent în știință ca și în viața de fiecare zi: „auch die gesamte Wissenschaft könnte ja schliesslich irren" (chiar și întreaga știință se poate, în cele din urmă, înșela). Presupunînd că la un moment dat știința în întregul ei ar înceta să mai conțină „știință eroică", Popper ar vedea în acest proces, pe care l-ar aprecia fără îndoială ca un proces de degenerare a științei, tot atît de puțin un motiv pentru a renunța la idealul său științific și la regulile metodologice ce indică căile pe care ne putem apropia de acest ideal, pe cît de puțin ar crede moralistul că decadența momentană a moravurilor societății în care trăiește ar putea constitui un motiv pentru a renunța la valorile sale morale. Atunci cînd caracterizează teoria sa asupra metodei științei teoretice, Popper pune accentul pe ceea ce consideră ca fiind în general deosebirea dintre teoriile filozofice și

[1] Vezi, de exemplu, *Autobiography*, în *The Philosophy of Karl Popper*, p. 95.

[2] Popper scrie că nu îi are în vedere pe „cei pentru care știința nu este mai mult decît o profesiune, o tehnică: pe cei care nu se lasă ispitiți de mari probleme și de ultrasimplificările pe care le reprezintă soluțiile îndrăznețe." (Vezi *Replies to my critics*, în *The Philosophy of Karl Popper*, p. 977.)

teoriile ştiinţelor empirice[1]. Dacă o teorie filozofică, în speţă cea care este dezvoltată în *Logica cercetării*, nu este falsificabilă ca şi teoriile ştiinţelor empirice, nu înseamnă că ea nu poate să fie criticată, revizuită şi chiar abandonată ca inacceptabilă. În principiu o asemenea teorie poate fi criticată mai întîi pe temeiuri logice, din punctul de vedere al consistenţei ei, şi anume argumentînd că cel puţin unele din regulile metodologice pe care le propune nu contribuie la progresul ştiinţei ca „ştiinţă eroică". Principial nu putem exclude nici critica ei pe temeiuri empirice; o asemenea critică ar deveni posibilă dacă s-ar descoperi, de exemplu, într-o zi factori psihologici a căror acţiune contribuie în mod hotărîtor la atingerea ţelului „ştiinţei eroice". Popper lasă să se înţeleagă că filozoful va trebui să ia în considerare asemenea critici; altfel el riscă să renunţe la onestitatea intelectuală. Pentru o înţelegere adecvată a poziţiei lui Popper în ceea ce priveşte condiţiile unei discuţii şi critici rodnice a metodologiei sale, nu trebuie deci să pierdem din vedere ceea ce el nu oboseşte să repete: că toate argumentele care pot fi aduse pentru sau împotriva regulilor sale metodologice nu vor funcţiona, ca argumente, decît pentru cei care consideră sau practică ştiinţa ca „ştiinţă eroică"[2]. De aici decurge însă în mod firesc că Popper este sceptic în ceea ce priveşte posibilitatea de a purta o discuţie raţională, bazată pe argumente, cu acei din criticii săi care pornesc de la un alt punct de vedere cu privire la ceea ce este şi trebuie să fie ştiinţa. Voi arăta mai încolo că această consecinţă nu este atît de inofensivă cît poate părea la prima vedere şi că ea nu a rămas o consecinţă pur teoretică.

După aceste observaţii generale referitoare la rolul hotărîtor pe care îl atribuie Popper unei opţiuni cu privire la ţelul ştiinţei în determinarea profilului şi conţinutului metodologiei sale, voi încerca să caracterizez pe scurt conţinutul acestei opţiuni, pentru a mă opri mai pe larg asupra cîtorva din consecinţele ei mai importante.

Ceea ce îl pune în mişcare în primul rînd pe omul care face „ştiinţă eroică" este năzuinţa de a înţelege cît mai profund şi mai adecvat lumea în care trăieşte şi propria sa fiinţă. Întrebările şi problemele sale sînt de preferinţă cele care permit realizarea unor progrese în această direcţie. În încercarea de a găsi o soluţie satisfăcătoare a acestor probleme, el nu ezită să formuleze idei cît mai îndrăzneţe. Termenul „îndrăzneţ" este desigur metaforic; Popper se străduieşte însă să precizeze cît de cît sensul pe care i-l dă. O ipoteză (teorie) este îndrăzneaţă dacă are un înalt nivel de generalitate, dacă explică o mare varietate de fapte şi legi ştiinţifice cunoscute, inclusiv fapte între care nu s-a văzut pînă atunci nici o legătură; este îndrăzneaţă dacă are, în general, un conţinut bogat, dacă spune mult peste ceea ce se ştia despre domeniul la care se referă în momentul cînd a fost formulată; este îndrăzneaţă dacă reprezintă o descriere structurală

---

[1] „Nu cred că teoria cunoaşterii, sau a cunoaşterii ştiinţifice este la rîndul ei o ştiinţă empirică şi că este testabilă şi falsificabilă în sensul în care consider eu că teoriile empirice sînt testabile". (K. POPPER, *Replies to my critics*, în *The Philosophy of Karl Popper*, p. 1036.)

[2] „Recunosc deci deschis că m-am lăsat condus, în cele din urmă, în propunerile mele, de judecăţi de valoare şi preferinţe proprii. Sper însă că cel ce apreciază ca şi mine rigoarea logică şi libertatea faţă de dogme, cel ce caută aplicabilitatea practică, cel ce este fascinat de aventura cercetării care ne pune mereu în faţa unor întrebări noi, neprevăzute, şi ne stimulează să riscăm mereu răspunsuri înainte nebănuite, va fi de acord cu propunerile mele". (Vezi *Logica cercetării*, paragraful 4.)

a lumii așa cum este ea dincolo de nivelul aparenței și cu atît mai îndrăzneață cu cît este mai mare distanța dintre lumea aparențelor și realitatea descrisă de această ipoteză[1]; este îndrăzneață sau riscantă dacă face predicții despre evenimente și fenomene observabile încă necunoscute; îndrăzneala și caracterul ei riscant sporește pe măsură ce cresc numărul, varietatea și exactitatea acestor predicții[2]. Teorii ca cele formulate de Kepler, Newton sau Einstein sînt exemple de teorii îndrăznețe. Ele îi recomandă pe creatorii lor ca pe oameni care caută „un adevăr mare". Desigur că cu cît o teorie este mai îndrăzneață cu atît riscul ca predicțiile ei să eșueze va fi comparativ mai mare. Oamenii care cultivă „știința eroică" nu evită, ci înfruntă riscul eșecului, al infirmărilor, fiind convinși că numai învățînd din greșeli, devenind conștienți de insuficiențele teoriilor noastre, putem înainta în cunoașterea adevărului.

Această caracterizare a „științei eroice" indică nu numai țelurile intelectuale ale celor care o practică, ci și însușirile intelectuale ale geniilor științifice care au practicat-o cu succes: o intuiție deosebită a problemelor importante, promițătoare pentru o cunoaștere și o înțelegere mai profundă a lumii, o fantezie creatoare neobișnuită, indispensabilă pentru a putea născoci soluții pentru asemenea probleme și căi pentru testarea lor empirică, independență de gîndire, o cît mai mare capacitate de detașare față de obișnuințe de gîndire și idei preconcepute[3], a itudine critică necruțătoare nu numai față de ideile altora dar și față de cele proprii. Fără îndoială, caracterizarea unei asemenea imagini asupra omului de știință ca „romantică" nu este exagerată. Căci ea exaltă însușiri care se plasează la antipodul celor ce se cîștigă prin învățare și sînt cultivate prin rutină. Probabil la asemenea însușiri se gîndea Max Born cînd îi scria lui Einstein că nu acordă decît oamenilor excepționali dreptul de a face speculații în știință; cînd oameni lipsiți de asemenea însușiri încearcă să facă ceea ce Popper numește „știință eroică", rezultatul este lamentabil.

*

* *

Caracteristicile de bază, definitorii ale teoriei lui Popper asupra metodei științei, caracteristici prin care se exprimă în primul rînd originalitatea acestei teorii, decurg în mod logic din concepția sa asupra științei. Dacă tendința spre o abordare logico-lingvistică a problemelor metodologiei științei în general și în speță analiza teoriilor științifice ca sisteme ipotetico-deductive determină, cum am arătat mai sus, anumite apropieri între cadrele în care se mișcă teoria științei a empirismului logic și cea a lui Popper, consecințele care derivă din conceperea științei ca „știință eroică" aduc în prim plan deosebiri esențiale dintre cele două teorii.

---

[1] „Ține mai degrabă de măreția și frumusețea științei că putem învăța, prin cercetări critice, că lumea este cu totul altfel decît ne-am imaginat-o — înainte ca imaginația noastră să fi fost pusă în mișcare de infirmarea teoriilor noastre anterioare. Nu poate să existe vreun motiv pentru a crede că acest proces se va încheia vreodată". (Vezi *Logica cercetării*, Anexa *10, punctul (10).)

[2] Vezi K. POPPER, *Replies to my critics*, în *The Philosophy of Karl Popper*, p. 980—981.

[3] Einstein sublinia, de exemplu, rolul de prim rang pe care îl are capacitatea de a te mira ca premisă a unui succes științific neobișnuit.

Presupoziţia că ideile valoroase din punct de vedere ştiinţific sînt idei „îndrăzneţe“ l-a condus pe Popper la criteriul său de demarcaţie dintre teoriile ştiinţifice şi teoriile pseudoştiinţifice, criteriu pe care îl va caracteriza mai tîrziu ca prima sa descoperire filozofică importantă şi ca nucleul teoriei sale asupra ştiinţei. *Logica cercetării* caracterizează o teorie ştiinţifică ca o teorie principial falsificabilă sau testabilă. O teorie este falsificabilă dacă consecinţele empirice particulare derivate logic din ea pot să intre în contradicţie cu rezultate ale observaţiei, mai precis cu enunţuri, numite de Popper „enunţuri de bază“, care exprimă rezultatele unor observaţii şi experimente reale sau posibile[1]. Pretenţia că o teorie este ştiinţifică poate fi susţinută numai prin indicarea unor „falsificatori potenţiali“, a unor observaţii cel puţin posibile care sînt incompatibile cu predicţii derivate din teorie; o teorie care se pretinde ştiinţifică dar nu are falsificatori potenţiali este calificată de Popper ca pseudoştiinţifică. Pretenţia oricărei teorii că ne spune ceva despre lumea reală nu poate fi susţinută atît timp cît nu este în principiu posibilă o ciocnire între predicţiile ei şi datele experienţei. Popper relatează că atunci cînd şi-a elaborat criteriul de demarcaţie a avut în vedere ca exemple de teorii cu şi fără falsificatori potenţiali, teoria dinamică şi teoria gravitaţiei a lui Newton şi respectiv teoriile psihologice ale lui Freud şi Adler[2]. Criteriul de demarcaţie dintre ştiinţă şi pseudoştiinţă, pe care Popper îl caracterizează ca fiind rezultatul unei simple analize logice a imaginii sale asupra ştiinţei[3], este totodată un criteriu de estimare comparativă a valorii de cunoaştere pe care o au diferite teorii ştiinţifice. Căci valoarea de cunoaştere a teoriilor ştiinţifice depinde de gradul lor de falsificabilitate sau de testabilitate. Popper explică aceste concepte prin introducerea altora cum sînt „conţinut informativ“ şi „conţinut empiric“ al unei teorii. Conţinutul informativ al unei teorii este construit din mulţimea enunţurilor incompatibile cu ea, iar conţinutul empiric, din mulţimea enunţurilor de bază incompatibile cu predicţiile derivate din teorie. Testabilitatea unei teorii este direct proporţională cu conţinutul ei informativ sau empiric. Gradul de testabilitate sau conţinutul empiric al unei teorii creşte odată cu gradul de generalitate şi precizie al teoriei. (Teoria lui Kepler asupra mişcării planetelor, teoria gravităţii a lui Newton şi a lui Einstein sînt exemple de teorii cu un grad tot mai înalt de testabilitate.) Faptul că o teorie trece cu succes anumite teste empirice este un argument în sprijinul ei numai în măsura în care această teorie are un conţinut empiric comparativ mare şi propune prin urmare teste relativ severe. Dacă din teorie nu derivă predicţii empirice care interzic o parte considerabilă din totalitatea observaţiilor posibile, faptul că teoria va trece cu succes testele nu spune mult cu privire la valoarea ei de cunoaştere; căci testele nu vor fi severe, nu vor fi „încercări serioase de infirmare a teoriei“. Popper subliniază că putem găsi confirmări pentru aproape orice teorie dacă considerăm numai faptele ce sînt în acord cu predicţiile derivate din teorie (de exemplu,

---

[1] Falsificabilitatea unei teorii poate fi caracterizată prin relaţiile dintre teorie şi enunţurile de bază. (Vezi *Logica cercetării*, paragraful 21.)

[2] Vezi K. POPPER, *Science: Conjectures and Refutations*, publicat ca primul capitol în vol. *Conjectures and Refutations* şi *Autobiography*, în vol. *The Philosophy of Karl Popper*.

[3] Vezi *Replies to my critics*, în *The Philosophy of Karl Popper*, p. 978. Popper subliniază că acest criteriu trebuie considerat, ca şi imaginea sa asupra ştiinţei, ca o „propunere“ *(proposal)*.

cazul astrologiei); numai predicţiile riscate, predicţiile incompatibile cu un număr mare de evenimente observabile posibile, pot constitui teste concludente pentru o evaluare a pretenţiilor de cunoaştere ale teoriilor. Putem înţelege astfel locul central pe care îl ocupă dihotomia „idei îndrăzneţe, riscante“, „ipoteze cu grad înalt de testabilitate“, „teorii cu conţinut mare“ etc. — „generalizări de nivel scăzut“, „ipoteze cu testabilitate scăzută“, „teorii cu conţinut scăzut“ în metodologia popperiană. Putem de asemenea înţelege accentul care cade asupra ideii că atitudinea critică este esenţială pentru progresul ştiinţei. Cel care va prefera teorii cu un conţinut informativ şi empiric cît mai scăzut se va pune, desigur, la adăpost de falsificări; asemenea teorii vor fi însă relativ imune faţă de falsificări numai datorită valorii lor de cunoaştere foarte scăzute. Adevăratul om de ştiinţă, acela care practică „ştiinţa eroică“, preferă, dimpotrivă, teorii îndrăzneţe, riscate, care spun mult şi sînt foarte expuse falsificărilor. El se conduce, crede Popper, în mod spontan după regula de a acorda preferinţă teoriilor cu un grad înalt de testabilitate (falsificabilitate).

Popper pretinde că a descoperit criteriul său de delimitare dintre teorii ştiinţifice şi pseudoştiinţifice încă din 1919, cînd avea doar 17 ani. Ulterior el a ajuns la concluzia că acest criteriu poate fi aplicat şi pentru delimitarea teoriilor ştiinţifice de explicaţiile mitice, preştiinţifice şi de teoriile filozofice speculative. Teoriile de acest fel, numite în mod curent „metafizice“, nu satisfac condiţia falsificabilităţii (testabilităţii). Atitudinea lui Popper faţă de teoriile metafizice este însă cu totul alta decît cea faţă de teoriile pseudoştiinţifice. Acest lucru nu a reieşit cu toată claritatea din textul iniţial al *Logicii cercetării* şi a favorizat, poate, răspîndirea a ceea ce autorul ei a numit mai tîrziu „legenda despre Popper“ (*The Popper Legend*). Este vorba de interpretarea pe care au dat-o criteriului său de demarcaţie unii dintre membrii Cercului de la Viena, în primul rînd cei care au recenzat favorabil *Logica cercetării*. După această interpretare, Popper ar propune şi el, ca şi membrii Cercului, formularea criteriului de demarcaţie drept criteriu al semnificaţiei cognitive a teoriilor şi enunţurilor dar ar rezolva în mod diferit problema, propunînd drept criteriu falsificabilitatea. Dezacordul nu ar fi, prin urmare, major. După cum se exprimă Popper, în această interpretare el apare ca un pozitivist dizident, care a înlocuit criteriul verificabilităţii cu cel al falsificabilităţii.

Nici una din interpretările ideilor *Logicii cercetării* nu a provocat un protest mai vehement din partea lui Popper decît tendinţa de a le asimila şi subsuma celor ale pozitivismului logic, tendinţă care a avut un anumit ecou şi în literatura filozofică marxistă, inclusiv la noi. Popper pretinde că a fost cel mai însemnat critic al empirismului logic[1]. Cred că într-un anumit sens el are dreptate, că priorităţile sale în această privinţă sînt incontestabile, chiar dacă critica sa nu a avut un ecou comparabil cu cel al criticii întreprinsă ulterior de Quine în articolul *Două dogme ale empirismului* (1951). Fapt este că Popper reacţionează cu vizibilă iritare la acele prezentări făcute de foştii membri sau de istorici ai Cercului de la Viena în care vede încercări de a atenua opoziţia dintre concepţiile sale filozofice şi cele care au stat la baza programului Cercului. În caracterizarea opoziţiei dintre punctul său de vedere şi cel al pozitivis-

---

[1] Vezi capitolul din *Autobiografie* intitulat semnificativ „Cine a ucis pozitivismul logic? “, în *The Philosophy of Karl Popper*.

mului logic[1] asupra raportului dintre ştiinţa empirică şi metafizică, Popper subliniază cu deosebire următoarele elemente: (1) Faptul că teoriile metafizice nu sînt falsificabile nu înseamnă cîtuşi de puţin că ele ar fi lipsite de semnificaţie cognitivă; cele mai multe din propoziţiile ce derutează pe cititorul neavizat al unei lucrări de metafizică sînt formulări obscure ale unor enunţuri cu sens. (2) Prin formularea criteriului său de demarcaţie, el nu şi-a propus, spre deosebire de pozitiviştii logici, să „depăşească" sau să „suprime" metafizica (expresia standard a acestora era „die Überwindung der Metaphysik"), ci pur şi simplu să precizeze distincţia dintre teoriile metafizice şi teoriile ştiinţei empirice; cînd spunem că teoriile metafizice nu sînt ştiinţifice sau că sînt neştiinţifice (nonştiinţifice), spunem că ele nu sînt falsificabile; termenul „neştiinţific" nu are în acest caz un sens peiorativ. (3) Faptul că teoriile metafizice nu pot fi falsificate nu înseamnă că ele nu sînt criticabile în mod raţional şi că ar fi toate pe acelaşi plan; există argumente raţionale pro sau contra teoriilor speculative; există temeiuri raţionale pentru a prefera o idee metafizică alteia. (4) Formularea unui criteriu de demarcaţie nu echivalează cu contestarea importanţei teoriilor filozofice speculative pentru progresul ştiinţei; în afara teoriilor metafizice care au frînat progresul ştiinţei, au existat altele, ca atomismul, care l-au stimulat. Multe teorii speculative s-au transformat, cu trecerea timpului, în teorii testabile, în teorii ale ştiinţei empirice. Cu cît creşte gradul de universalitate al teoriilor ştiinţei empirice, creşte posibilitatea ca ideile metafizice să stabilească legătura cu ştiinţa empirică. (5) În cercetarea ştiinţifică, ca şi în viaţa de fiecare zi, nu ne putem dispensa de idei metafizice. Realismul simţului comun sau ideea existenţei regularităţilor în natură, deşi nu sînt idei testabile, constituie totuşi presupoziţii esenţiale, indispensabile, de la care plecăm în toate activităţile noastre, inclusiv în cercetarea ştiinţifică. Popper lasă clar să se înţeleagă că, după părerea lui, succesul ştiinţei nu poate fi în cele din urmă explicat dacă nu admitem existenţa obiectivă a legilor, ca proprietăţi structurale ale lumii. El se apropie şi în această privinţă de Einstein care spunea că realizările unei teorii ştiinţifice cu mare putere explicativă şi predicativă, ca cea a lui Newton, rămîn inexplicabile dacă nu presupunem că natura posedă un înalt grad de ordine şi că una din slăbiciunile filozofilor pozitivişti constă în neînţelegerea acestui fapt.

Dacă unele din aceste elemente ale poziţiei lui Popper faţă de metafizică sînt prezente, chiar în formulări fugitive, deja în textul din 1934 al *Logicii cercetării*, altele, îndeosebi cele expuse la punctele (3) şi (5), apar abia în anexele şi notele adăugate ulterior. Evoluţia poziţiei lui Popper poate fi pusă în evidenţă cu uşurinţă prin confruntarea anumitor formulări din textul iniţial, ca cele despre necesitatea „eliminării" principiului cauzalităţii din ştiinţă (paragraful 12) sau caracterizarea afirmaţiei că există legi ale naturii drept o

---

[1] Atrage atenţia preferinţa lui Popper pentru termenul „pozitivism logic". Această preferinţă este motivată în primul rînd, desigur, de dorinţa de a sublinia substanţa pozitivistă a multora din ideile de bază ale empirismului logic timpuriu. Popper evită, pe de altă parte, în general, termenul „empirism logic", agreat de membrii Cercului de la Viena, probabil fiindcă se socoteşte şi pe sine ca făcînd parte din rîndul empiriştilor; de regulă, cînd se califică „empirist", Popper urmăreşte să sublinieze ideea că valoarea cognitivă a teoriilor ştiinţelor empirice poate fi evaluată numai prin confruntarea consecinţelor lor cu datele experienţei.

„credință metafizică" (paragraful 79), cu pasaje din anexele sau adaosurile scrise în deceniile 6 și 7, în care autorul formulează și argumentează idei pe care le califică ca „metafizice" sau „ontologice" (de exemplu, distincția dintre enunțurile universale care exprimă legi necesare ale naturii și cele care exprimă regularități accidentale și afirmarea existenței obiective a legilor[1]), se califică pe sine însuși ca metafizician și caracterizează menirea filozofiei ca fiind examinarea critică a filozofiilor (metafizicilor) spontane ale oamenilor (vezi foarte interesanta prefață la ediția a III-a germană, apărută în 1969).

Elemente ale unei concepții realiste asupra științei și cunoașterii, în general, transpar într-o formă încă discretă în textul din 1934, de pildă atunci cînd Popper caracterizează conflictul teoriilor cu enunțurile de bază, acceptate la un moment dat într-un domeniu al cercetării, ca un conflict al teoriilor cu realitatea (vezi paragraful 83, capitolul X)[2] sau atunci cînd subliniază, ca în ultimele rînduri ale cărții (paragraful 85), capacitatea științei de a progresa în direcția unei descrieri și explicații tot mai satisfăcătoare a lumii. Mai tîrziu, în primul rînd datorită adoptării teoriei adevărului ca o corespondență cu faptele, realismul devine un element central în filozofia lui Popper, așa cum se poate constata examinînd din acest punct de vedere noile anexe și note de subsol precum și remarcile adăugate la sfîrșitul unor capitole. Un loc important ocupă aici caracterizarea teoriilor științifice ca descrieri structurale ale lumii și a apropierii de adevăr în succesiunea teoriilor științifice ca dezvăluirea unor nivele structurale de adîncime tot mai mare ale realității, precum și o critică originală, de pe pozițiile a ceea ce Popper va numi un „realism robust", a celor mai influente orientări subiectiviste din epistemologia contemporană: fenomenalismul, operaționalismul, instrumentalismul, pragmatismul și relativismul. Popper va recunoaște în *Autobiografia* sa[3] că deși s-a situat de la început pe poziții realiste, el nu a dezvoltat totuși acest punct de vedere în prima ediție a *Logicii cercetării*, fiindcă considera încă, în mod greșit, că realismul, ca orice poziție metafizică, nu ar fi decît o profesiune de credință, și nu o teorie care poate fi argumentată rațional. Modul cum caracterizează Popper însemnătatea pe care a avut-o adoptarea teoriei adevărului ca o corespondență cu faptele, reabilitată, crede el, de către Tarski, pentru evoluția poziției sale filozofice nu este însă întotdeauna clar. Este greu de înțeles, de exemplu, ce are în vedere Popper cînd scrie (nota *1 din paragraful 83) că această teorie

---

[1] „... există legi în natură? Răspunsul meu este: «Da». Unul din argumentele neștiințifice («transcendentale») în favoarea acestui răspuns este: dacă nu există legi (regularități) în natură, atunci nu pot exista nici observații, nici limbaj, fie el descriptiv sau argumentativ". (Vezi Adaos din 1963 la cap. X, punctul (2).) Atribute ca „neștiințific" sau „metafizic" nu au în formulările lui Popper nuanța depreciatoare, curentă în scrierile filozofilor de orientare pozitivistă. Ele sînt utilizate pentru a desemna ideile și argumentele filozofice ca deosebite de enunțurile științei empirice.

[2] Recent, în *Autobiografie*, subliniind că pozițiile sale filozofice au fost de la început radical deosebite de cele ale Cercului de la Viena, Popper va scrie următoarele, referindu-se la disputele sale cu H. Feigl asupra realismului, din perioada redactării *Logicii cercetării*: „În această epocă mă consideram drept un kantian neortodox și un realist. Eram de acord cu idealismul că teoriile sînt produse în mod activ de spiritul nostru mai degrabă decît impuse nouă de realitate și că ele depășesc „experiența" noastră; am accentuat însă că o falsificare poate fi o ciocnire frontală cu realitatea". (Vezi *The Philosophy of Karl Popper*, p. 65.)

[3] *Ibidem*, p. 119–120.

a provocat o schimbare a punctelor sale de vedere, în logica formală şi în filozofia logicii, dar a însemnat numai o clarificare şi nu o transformare esenţială în teoria sa asupra ştiinţei. Nu sînt oare ideea adevărului ca scop al ştiinţei şi ideea evaluării teoriilor din punctul de vedere al apropierii lor de adevăr momente esenţiale ale teoriei popperiene a ştiinţei? Nu reprezintă prin urmare adoptarea lor un moment important în evoluţia acestei teorii?

O altă temă majoră a *Logicii cercetării*, care decurge tot din conceperea ştiinţei ca ştiinţă eroică, este „failibilismul". Popper numeşte „failibilism" răspunsul său la întrebarea: care poate să fie rezultatul testării teoriilor ştiinţifice, a confruntării consecinţelor particulare, derivate din aceste teorii, cu datele observaţiei? Răspunsul obişnuit la această întrebare este că incompatibilitatea dintre predicţiile teoriei şi observaţii bine controlate trebuie considerată ca o infirmare a teoriei iar acordul lor ca o „întemeiere", „justificare" sau „confirmare" a teoriei. Oamenii de ştiinţă fără interese filozofice vor considera un asemenea răspuns nu numai ca indiscutabil dar şi ca ceva banal, de la sine înţeles. Este de aşteptat ca la solicitarea de a explica ce înţeleg prin „justificarea" sau „confirmarea" unei teorii (ipoteze) de către experienţă ei să răspundă că orice om care are practica cercetării ştie foarte bine despre ce este vorba.

În ceea ce îi priveşte pe filozofi, ei au acordat, dimpotrivă, în ultima jumătate de secol, o atenţie deosebită analizei logice a conceptului de confirmare. Au fost elaborate felurite sisteme de „logică inductivă" sau de „logică a confirmării". Aceste reconstrucţii logice ale ideii testării empirice pleacă de la unele consideraţii intuitive, printre care şi aceea că acordul dintre predicţiile derivate dintr-o teorie sau lege generală şi datele particulare ale observaţiei poate întemeia doar probabilitatea, şi nu adevărul acestei teorii sau legi[1]. Probabilitatea unei ipoteze ar creşte odată cu gradul ei de confirmare. Iată de ce unul din obiectivele creatorilor sistemelor de logică inductivă a fost elaborarea unor criterii logice pentru evaluarea gradului de confirmare a ipotezelor. Răspunsul lui Popper la întrebarea „care poate să fie rezultatul testării unei ipoteze?" este în contradicţie atît cu opiniile curente ale cercetătorilor cît şi cu aceste intuiţii metodologice de la care pleacă sistemele de logică inductivă. Acest răspuns ar putea fi formulat astfel: ipotezele teoretice nu pot fi nici verificate, nici confirmate empiric, în sensul că rezultatele pozitive ale testelor nu pot proba nici adevărul, nici probabilitatea lor; rezultatul testării empirice a unei ipoteze nu poate fi decît, fie falsificarea, fie „coroborarea" ei; „coroborarea" (Popper nu spune în general „confirmare", tocmai pentru a-şi sublinia detaşarea faţă de sensurile asociate în mod obişnuit cu acest cuvînt) este pur şi simplu constatarea faptului că testul sau testele la care a fost supusă ipoteza au fost trecute cu succes; gradul de coroborare al ipotezei, severitatea şi varietatea testelor pe care le-a trecut, exprimă doar performan-

---

[1] Popper caracterizează acest punct de vedere, pe care îl numeşte, în opoziţie cu propriul său punct de vedere, cu „failibilismul", „justificaţionism", în termenii următori: „Punctul de vedere predominant era că ipotezele sînt teorii încă neprobate şi că teoriile sînt ipoteze probate sau dovedite. Şi chiar cei care admiteau caracterul ipotetic al tuturor teoriilor mai credeau că ele au nevoie de o anumită justificare: dacă adevărul lor nu poate fi probat, el trebuie să fie probabil într-un grad înalt". (Vezi K. POPPER, *Autobiography*, în *The Philosophy of Karl Popper*, p. 64.)

țele ei trecute și nu poate fi folosit pentru a prevedea performanțele ei viitoare; o teorie care a trecut cu succes toate testele severe și variate la care a fost supusă pînă la un moment dat poate fi considerată o teorie bine coroborată.

Acest răspuns stă la baza a ceea ce Popper numește „soluția negativă a problemei inducției" și a criticii pe care o face pretenției sistemelor de logică inductivă de a reprezenta o rezolvare modernă a problemei inducției. Problema inducției sau problema lui Hume, problema întemeierii legilor generale ale științei pe baza experienței, se rezolvă simplu prin renunțarea la cerința „întemeierii" sau „justificării" acestor legi. O asemenea renunțare nu înseamnă însă, cum s-ar părea la prima vedere, renunțarea la cerința controlului empiric al teoriilor științelor empirice și la formularea unui criteriu de demarcație a științei empirice de pseudoștiință sau de speculația pură. Fără a putea fi „întemeiate" prin consecințele lor empirice, ipotezele științifice pot fi foarte bine distinse de alte plăsmuiri ale minții omenești prin faptul că satisfac cerințe ca aceea a testabilității (falsificabilității) și cerința de a trece cu succes anumite teste severe, de a fi coroborate. Dacă așa stau lucrurile, atît teoriile clasice ale inducției, cît și sistemele moderne de logică inductivă pot fi considerate ca fiind de prisos în măsura în care își propun să ofere o rezolvare a problemei inducției. Punctul de vedere al lui Popper este că această problemă nu reprezintă o problemă reală, legitimă a teoriei cunoașterii și metodologiei științei. El argumentează de asemenea că odată ce acceptăm modul său de a concepe știința vom fi conduși spre concluzia că aceste teorii sînt și dăunătoare. Atîta vreme cît țintim spre teorii cu un grad tot mai înalt de confirmare, vom fi înclinați să preferăm ipotezele mai puțin testabile, mai puțin îndrăznețe și mai puțin profunde, adică ipotezele care depășesc cît mai puțin datele de observație. Un asemenea țel contravine însă regulii metodologice supreme de a nu frîna sau zădărnici, ci de a stimula falsificarea ipotezelor științifice, cerinței de a acorda preferință ipotezelor cu un grad cît mai înalt de testabilitate. Mai mult, dorința de a asigura teoriilor favorite un grad înalt de confirmare poate afecta atît îndrăzneala întrebărilor pe care le formulăm, cît și rigoarea, severitatea și chiar onestitatea testelor la care supunem ipotezele ce propun răspunsuri la aceste întrebări. În sfîrșit, Popper pare să considere că un asemenea țel nu poate fi atins nici chiar cu un preț așa de mare. În *Logica cercetării*, ca și în alte lucrări, el încearcă să demonstreze că sistemele de logică inductivă, de felul celor elaborate de Reichenbach sau Carnap, duc la rezultatul că teoriile universale, care au trecut cu succes o mare varietate de teste empirice fără să fi fost vreodată falsificate, vor avea totuși probabilitatea sau gradul de confirmare zero, ceea ce nu este numai în flagrant dezacord cu intuiția spontană a cercetătorilor, dar reprezintă și un eșec total în atingerea obiectivului propus: formularea unor criterii logice de evaluare comparativă a ipotezelor științifice. Această ultimă teză a constituit punctul de plecare al unei vii controverse între autorul ei și apărătorii diferitelor sisteme de logică a confirmării. Nu voi spune nimic despre această discuție, cu atît mai mult cu cît ea are un pronunțat caracter tehnic.

Alături de criteriul falsificabilității (testabilității) și de viziunea realistă asupra teoriilor, ideea coroborării este unul din pilonii de susținere pe care se înalță construcția care este teoria lui Popper despre metoda științei empirice. Pe această idee se sprijină ceea ce autorul *Logicii cercetării* va numi mai tîrziu

„rezolvarea pozitivă a problemei inducției" (vezi adaosul din 1968 la capitolul X): dacă ipotezele științei empirice nu pot să fie „verificate" sau „confirmate", dacă adevărul sau gradul lor de probabilitate sau certitudine nu poate fi stabilit pe baza rezultatelor pozitive ale testelor empirice, ele pot fi în schimb evaluate comparativ ținînd seama de gradul lor de testabilitate și de modul cum trec testele pe care le propun. (Vezi în această privință îndeosebi considerațiile din paragraful 82.) Ideea coroborării și a evaluării gradului de coroborare a teoriilor este, prin urmare, esențială pentru o interpretare adecvată a semnificației filozofice generale a failibilismului popperian. Failibilismul, afirmarea caracterului ipotetic al tuturor teoriilor științifice și respingerea vechiului ideal al unei cunoașteri probate ca adevărată sau probabilă, a ideii că testele trecute cu succes constituie probe care sprijină teoriile, nu reprezintă o soluție relativistă a problemei valorii cunoașterii, cum s-a spus nu rareori. Nu numai teoriile cu cel mai înalt grad de coroborare într-un domeniu al cercetării, care reprezintă ceea ce Popper numește „știința zilei", dar chiar și teorii științifice care au fost deja falsificate dar au propus totuși teste severe și au trecut cu succes unele din aceste teste, pot fi considerate ca trepte în apropierea de adevăr. Apropierea de adevăr se realizează atît prin înlocuirea unei teorii falsificate de către o nouă teorie, coroborată de faptele care o falsifică pe prima, cît și prin înlocuirea unei teorii bine coroborate de către alta cu un grad mai mare de testabilitate care o conține pe prima ca pe o primă aproximație. (În lucrările sale mai recente, Popper discută pe larg cazuri istorice cum ar fi înlocuirea teoriei lui Galilei asupra căderii corpurilor de către teoria newtoniană a gravitației și a acesteia de către teoria einsteiniană a gravitației.) Cînd Popper scrie că știința nu este epistēmē, că ea nu atinge adevărul, el utilizează cuvîntul „adevăr" într-un anumit sens, în sensul de normă, de limită ideală a progresului cunoașterii[1]. Dacă cititorul poate avea totuși impresia că Popper face unele concesii relativismului, aceasta se datorește, după părerea mea, modului nu întotdeauna fericit în care acesta își exprimă failibilismul și detașarea de punctul de vedere pe care îl numește „justificaționist"[2]. Cel ce se lasă înșelat de formulări disparate și îl suspectează pe Popper de relativism nu va putea înțelege locul pe care îl ocupă opera sa în peisajul filozofic contemporan. Departe de a fi un relativist, Popper se profilează prin elaborarea viziunii sale despre progresul cunoașterii ca apropiere de adevăr, prin eforturile sale de a preciza din punct de vedere logic această intuiție generală și destul de vagă, în termenii unor concepte ca „verosimilitudine" și „grad de verosimilitudine", drept unul dintre cei mai de seamă critici ai relativismului din filozofia secolului XX. Relativiștii sînt principalii săi adversari. Considerată în contururile ei generale, soluția pe care o propune Popper problemei valorii cunoașterii se apropie izbitor, atît prin conținutul ei pozitiv cît și prin respingerea

---

[1] Numai dacă luăm cuvîntul „adevăr" în această accepție vom putea înțelege afirmații ale lui Popper ca aceea că Einstein a considerat teoria sa asupra gravitației ca falsă, lucrînd mai departe la formularea unei teorii mai bune, dar a considerat-o totodată ca o mai bună aproximare a adevărului în raport cu teoria newtoniană a gravitației.

[2] Asemenea formulări ca „Nu cunoaștem, ci putem doar presupune", în care termenii „a cunoaște" și „cunoaștere" sînt folosiți într-un sens cu totul particular, pot fi întîlnite mai ales în ultimul paragraf al lucrării, intitulat „Calea științei", și sînt răspunzătoare pentru multe neînțelegeri. Vezi și notele traducătorului, de la sfîrșitul volumului.

alternativei metafizice dogmatism-relativism[1], de punctul de vedere pe care îl schițează Lenin în lucrarea sa „Materialism și empiriocriticism"[2]. Caracterul dialectic al acestei soluții este greu de contestat.

Popper împărtășește cu filozofii de orientare analitică o atitudine negativă față de dialectică, atitudine care poate fi explicată, dacă nu justificată, prin faptul că este avută în vedere în primul rînd forma speculativă, hegeliană a dialecticii, ceea ce favorizează într-o anumită măsură impresia falsă că dialectica ar fi incompatibilă cu logica formală[3]. În cazul lui Popper, spre deosebire de cel al filozofilor de orientare analitică, o asemenea atitudine de principiu contrastează puternic cu spiritul spontan dialectic în care el abordează multe probleme ale teoriei cunoașterii și metodologiei științei. Ilustrative în această privință sînt critica pe care o face posibilității fundării științei empirice pe enunțuri care exprimă date ale experienței pure, argumentarea ideii că nu există, nici în știință nici în viața de fiecare zi, observații care să nu fi fost formulate în lumina unor probleme și teorii prealabile[4], a ideii că cele mai banale enunțuri despre fapte depășesc experiența, (vezi, de exemplu, *Adaos-ul* (1968) la cap. V), respingerea concepției curente că știința progresează de la observații la teorii, pe care o califică ca un mit metodologic, evidențierea caracterului gradual al deosebirii dintre diferitele nivele ale limbajului științific și critica distincției dintre termenii teoretici și de observație, respectiv dintre limbaje teoretice și de observație, distincții care au jucat un rol deosebit în filozofia analitică de tendință formalizantă a ultimelor decenii (vezi îndeosebi anexa *10). Aceste considerații și altele de acest fel sînt încadrate într-o remarcabilă viziune de ansamblu asupra mișcării dialectice a cunoașterii, atît în cadrul unui demers determinat al cercetării, cît și în succesiunea istorică a teoriilor științifice. Considerînd un singur demers al cercetării, am în vedere, mai ales, evidențierea caracterului său circular și autocorector prin schema $P_1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2$ (unde P_1 desemnează o problemă; TT — teorii ipotetice ca încercări de rezolvare

---

[1] În prefața celei de a 3-a ediții germane, Popper folosește pentru a exprima această alternativă termenii „optimism gnoseologic" și „pesimism gnoseologic"; este și acesta un exemplu de preferință terminologică ce poate genera confuzii.

[2] Cazul lui Popper arată, cred, că un adversar al filozofiei sociale marxiste poate să adopte poziții apropiate de cele ale materialismului dialectic, cel puțin în unele probleme ale teoriei cunoașterii. Contestarea în principiu a unei asemenea posibilități mi se pare incompatibilă cu cerința unei aprecieri obiective, multilaterale a concepțiilor filozofice nemarxiste contemporane.

[3] Vezi articolul lui POPPER, *What is Dialectic?* (1940), reprodus ulterior în *Conjectures and Refutations*. Întîlnim aici unele caracterizări flagrant greșite ale principiilor dialecticii: contradicțiile nu pot și nu trebuie să fie înlăturate; recunoașterea fertilității contradicției implică suprimarea principiului logic al non-contradicției. Ele sînt greșite chiar cu referire la Hegel. Dacă se pornește de la o asemenea înțelegere a dialecticii, este firesc să se ajungă la concluzia că ea ar submina bazele spiritului științific, critic. Este adevărat că Popper sugerează, în acest articol, și o distincție dintre o dialectică rea și una bună, compatibilă cu spiritul gîndirii științifice, dar atunci cînd vorbește despre dialectică în general el o are în vedere pe prima.

[4] Observînd că orice problemă științifică este formulată pornind de la anumite supoziții teoretice, Popper califică întrebarea „ce este mai întîi: problema sau teoria?", ca o întrebare fertilă și dificilă. El ajunge la concluzia că „primele teorii — adică primele soluții ipotetice ale problemelor și primele probleme trebuie să fi apărut într-un mod sau în altul împreună". (Vezi *Autobiography*, în *The Philosophy of Karl Popper*, p. 106.)

a problemelor; *EE* — critica acestor soluţii ipotetice, iar P_2 o nouă problemă)[1]: un demers al cercetării îşi are punctul de plecare într-o anumită problemă şi se încheie printr-o nouă problemă, care reprezintă o modificare a problemei iniţiale şi constituie, la rîndul ei, începutul unui nou ciclu de cercetare. În plan istoric larg, atrage atenţia sublinierea rolului situaţiilor-problemă, a competiţiei dintre teorii, în general a rolului contradicţiilor şi a criticii, precum şi conceperea raportului dintre teoria acceptată la un moment dat de comunitatea ştiinţifică şi o nouă teorie, mai bună, mai aproape de adevăr, care o înlocuieşte pe prima, ca o negaţie dialectică[2]. În genere, tendinţele dialectice spontane ale gîndirii lui Popper, aşa cum se exprimă ele în concepţia sa asupra ştiinţei ca ştiinţă eroică, tendinţe care nu pot fi, oricum, despărţite de împrejurări cum ar fi cultura sa filozofică clasică şi îndeosebi cunoaşterea filozofiei clasice germane, subliniază deosebirile importante dintre abordarea popperiană a problemelor cunoaşterii ştiinţifice şi abordarea caracteristică empirismului logic şi orientărilor analitice de astăzi care continuă sub anumite aspecte tradiţiile empirismului logic.

*
* *

Nu numai prin substanţa lor, ci şi prin modul în care au fost formulate, ideile lui Popper au constituit o veritabilă provocare la adresa tendinţei dominante în filozofia germană antebelică şi în filozofia anglo-saxonă postbelică. Popper mărturiseşte că şi-a dezvoltat concepţiile sale nu în continuarea celor ale altora (chiar dacă va recunoaşte că ele au fost anticipate sub unele aspecte de autori ca W. Whewell şi Cl. Bernard, ale căror idei metodologice nu le-a cunoscut cînd a scris *Logica cercetării*), ci în multe cazuri „în opoziţie conştientă cu predecesorii mei şi cu cei mai mari decît mine"[3]. În aceste condiţii, nu este de mirare că pasajele polemice şi notele polemice abundă în literatura popperiană, inclusiv în textul, în notele de subsol şi în anexele *Logicii cercetării*. Dacă considerăm numai o parte a acestor discuţii polemice, cele declanşate de criticile ce au fost formulate la adresa unor concepte şi teze popperiene din perimetrul tematic al *Logicii cercetării*, se impune de la început o constatare: relativ puţine dintre ele reprezintă discuţii cu argumente în sensul cel mai strict al cuvîntului, discuţii în care Popper şi oponenţii lui împărtăşesc în comun un corp cuprinzător de intuiţii şi supoziţii fundamen-

---

[1] Este remarcabilă asemănarea dintre această schemă şi „procedura în 4 faze" a lui F. Gonseth (vezi, de exemplu, F. GONSETH, *Despre metodologia cercetărilor privind fundamentele matematicii*, în *Logica ştiinţei*, Bucureşti, Ed. Politică, 1970, p. 45—60). Este remarcabilă fiindcă Gonseth face în mod conştient dialectică şi fiindcă Popper a ajuns la această schemă independent de Gonseth.

[2] Teoria gravitaţiei a lui Einstein, de exemplu, neagă, conservă ca o primă aproximaţie şi depăşeşte teoria gravitaţiei a lui Newton. (Vezi şi J. N. WATKINS, *Unity of Popper's Thought*, în *The Philosophy of Karl Popper*, p. 295—397.) O contribuţie valoroasă la evidenţierea dialecticii latente a concepţiei popperiene asupra ştiinţei în general găsim în studiul lui RÜDIGER BUBNER, *Dialektische Elemente einer Forschungslogik*, în *R. Bubner, Dialektik und Wissenschaft*, Frankfurt am Main, Suhrkamp Verlag, 1973, p. 129—174.

[3] Vezi *Reply to Medawar on Hypothesis and Imagination*, în *The Philosophy of Karl Popper*, p. 1031.

tale cu privire la ceea ce este și trebuie să fie știința[1]. Dintre cele care au acest caracter pot fi amintite discuțiile recente dintre Popper și autorii foarte apropiați de el din punct de vedere filozofic, care consideră definițiile sale pentru conceptul de verosimilitudine (apropiere de adevăr) ca inadecvate din punct de vedere logic și propun definiții alternative ale acestui concept[2], și, în general, discuțiile care vizează numai aspectele logice ale teoriei lui Popper. S-a discutat mult, de exemplu, în legătură cu faptul dacă există enunțuri ale științei empirice care nu pot fi falsificate datorită formei lor logice.

Într-o altă categorie ar intra polemicile cu criticii care acceptă doar parțial supozițiile de la care pleacă concepția popperiană asupra științei. Cercul acestor critici este foarte larg; el cuprinde atît autori care mărturisesc simpatie sau admirație pentru construcția popperiană în ansamblul ei, punînd în discuție ceea ce ei apreciază ca fiind inconsecvențe, imperfecțiuni și părți mai slabe ale acestui ansamblu, cît și autori a căror judecată generală este nefavorabilă și ale căror critici au un caracter pronunțat distructiv. Acest cerc larg include filozofi de orientare analitică, filozofi marxiști, popperieni dizidenți ca J. Agassi, I. Lakatos și chiar P. Feyerabend, precum și alți filozofi contemporani, mai greu de încadrat într-o tradiție filozofică, ale căror poziții sînt, cel puțin în unele privințe, apropiate de cele ale lui Popper, cum este M. Bunge.

Mulți dintre acești autori pun la îndoială buna întemeiere și corectitudinea criticii pe care o face Popper bazelor diferitelor sisteme de logică inductivă și chiar inductivismului tradițional[3]. Unii dintre ei atrag atenția asupra unor supoziții inductive pe care le implică teoria popperiană a coroborării[4].

Un larg spectru de obiecții critice vizează falsificabilitatea în calitate de criteriu de demarcație între teoriile științei empirice și cele care nu aparțin științei empirice. Unii autori au atras atenția asupra faptului că falsificabilitatea funcționează drept criteriu de demarcație numai dacă putem indica, în cazul oricărei teorii a științelor empirice, enunțurile de bază care o falsifică (falsificatori potențiali ai teoriei) și dacă vom considera teoria ca falsifi-

---

[1] Că un acord asupra unor asemenea supoziții este prima condiție care face posibilă o discuție cu argumente o spune foarte clar chiar Popper, în textul din 1934 al *Logicii cercetării*: „... o luptă de opinii rațională, bazată pe argumente, poate avea loc numai între cei care urmăresc același scop; alegerea scopului este însă o chestiune de opțiune asupra căreia nu poate exista o discuție cu argumente." Ulterior, el a atenuat printr-o notă de subsol (vezi nota *5 la paragraful 4) această poziție care i s-a părut prea tranșantă. Caracterul multora din polemicile pe care le-a purtat Popper sugerează însă că el nu s-a înșelat în aprecierea sa inițială.

[2] Vezi HARRIS J. H., *Popper's Definitions of Verisimilitude*, D. MILLER, *Popper's Qualitative Theory of Verisimilitude* și P. TICHY, *On Popper's Definitions of Verisimilitude*, în *„British Journal for the Philosophy of Science"*, vol. 25 (1974), și răspunsul lui POPPER, *A Note on Verisimilitude*, în vol. 27 (1976) al aceleiași reviste.

[3] Vezi, de exemplu: A. GRÜNBAUM, *Is Falsifiability the Touchstone of Scientific Rationality? Popper versus Inductivism*, în R. S. COHEN, P. K. FEYERABEND, M. W. WARTOFSKY (eds), *Essays in Memory of Imre Lakatos*, Dordrecht — Holland, Boston — U.S.A., D. Reidel Publishing Company, 1976.

[4] Vezi același articol al lui A. GRÜNBAUM; vezi și J. AGASSI, *Science in Flux*, D. Reidel Publishing Company, 1975. Un scurt răspuns al lui Popper la asemenea obiecții formulate de J. Agassi se găsește în articolul său *Adevăr, raționalitate și progresul cunoașterii*, în *Logica științei*, Ed. Politică, 1970, p. 152.

cată (infirmată) de îndată ce aceste enunţuri vor fi acceptate ca adevărate de comunitatea ştiinţifică. Or, istoria științei abundă în exemple care arată că oamenii de ştiinţă nu consideră totdeauna drept falsificate teorii ale căror consecinţe intră în contradicţie cu enunţuri de bază acceptate. Ei încalcă, prin urmare, o cerință ce decurge din criteriul de demarcație al lui Popper. Totuşi această comportare nu poate fi calificată ca neştiinţifică; ea a stat adesea la baza unor mari succese științifice. Un exemplu este descoperirea planetei Neptun de către Adams și Leverrier care au pornit de la observarea unei abateri importante a traiectoriei planetei Uranus de la valorile calculate pe baza legilor mecanicii lui Newton. Observațiile asupra abaterii nu au fost socotite nici un moment ca o falsificare a mecanicii lui Newton; ele au reprezentat, dimpotrivă, punctul de plecare pentru ceea ce a fost considerat apoi ca un important succes al teoriei. În concluzie, practica ştiinţifică nu ar fi în acord cu cerinţele ce decurg din criteriul de demarcaţie al lui Popper. I. Lakatos, unul din autorii care au formulat această obiecţie, caracterizează poziţia lui Popper ca „falsificaţionism metodologic naiv"[1].

Răspunsul pe care l-a dat Popper acestor obiecții este deosebit de important pentru o mai bună înţelegere a criteriului său de demarcaţie şi în general a caracterului regulilor sale metodologice. Încă în textul inițial al *Logicii cercetării* se arată că din punct de vedere logic există întotdeauna posibilitatea de a salva de la falsificare o teorie ale cărei consecinţe sînt incompatibile cu observaţii științifice bine controlate. Este suficient să introducem anumite ipoteze auxiliare, în aşa fel alese încît să asigure eliminarea acelor consecinţe ale teoriei care sînt incompatibile cu datele de observaţie. În acest sens, nu se poate produce niciodată o dovadă constrîngătoare, din punct de vedere strict logic, că o teorie este falsificată de anumite enunțuri de bază. (Vezi de exemplu, paragraful 9.) Regulile metodologice nu sînt reductibile la reguli logice din simplul motiv că o metodologie care nu ar interzice diferite „strategii de imunizare" (numite de Popper și „stratageme convenţionaliste") a teoriilor faţă de falsificări nu ne-ar permite să distingem teoriile științei empirice de teoriile pseudoştiinţifice, comportarea omului de știință autentic de cea a pseudosavantului, care încearcă, cu orice preţ şi prin orice fel de mijloace, să salveze teoria favorită de la falsificare. Or, nici o regulă logică nu poate interzice „strategiile de imunizare" ale teoriilor față de falsificări. Popper respinge, prin urmare, nu numai „naturalismul metodologic" (conceperea regulilor metodologice ca generalizări ale observaţiilor asupra comportării reale a cercetătorilor), ci și „formalismul metodologic" (reducerea regulilor metodologice la reguli logice) şi odată cu aceasta şi punctul de vedere rigid al empirismului logic ortodox după care metodologia este, fie o disciplină empirică, fie o aplicație a logicii pure. Recunoscînd că regulile metodologice au importante componente de ordin logic, Popper subliniază că ele nu pot fi formulate decît pe baza unei anumite concepţii asupra naturii şi ţelului ştiinţei empirice. Reprezintă însă introducerea oricăror ipoteze auxiliare,

[1] Vezi I. LAKATOS, *Falsificationism and the Methodology of Scientific Research Programmes*, în (eds) I. LAKATOS, A. MUSGRAVE, *Criticism and the Growth of Knowledge*, London, Cambridge University Press, 1970 şi I. LAKATOS, *Popper on Demarcation and Induction*, în *The Philosophy of Karl Popper*.

care elimină contradicţii dintre predicţiile unei teorii şi observaţii bine controlate, un procedeu incompatibil cu ţelul ştiinţei empirice? Desigur că nu; multe exemple din istoria ştiinţei, cum este şi descoperirea planetei Neptun, probează ce progrese ştiinţifice importante pot fi realizate prin introducerea unor ipoteze auxiliare. Cum putem atunci distinge între situaţiile în care introducerea unor ipoteze auxiliare favorizează şi cele în care ea zădărniceşte atingerea scopului ştiinţei empirice? Popper răspunde la această întrebare încă în textul din 1934 al *Logicii cercetării*, scriind că pot fi admise ca legitime din punct de vedere ştiinţific numai acele ipoteze auxiliare care sporesc gradul de falsificabilitate al teoriei. Ipoteza lui Adams şi Leverrier despre existenţa planetei Neptun a fost, de exemplu, o predicţie riscată şi a reprezentat deci un test sever pentru mecanica newtoniană. Succesul acestei predicţii a constituit, de aceea, o coroborare a teoriei lui Newton. Prin urmare, adoptînd concepţia despre ştiinţă de la care pleacă *Logica cercetării*, vom putea distinge între ipoteze auxiliare cu valoare euristică şi ipotezele auxiliare numite depreciativ „ad-hoc" fiindcă servesc numai la „imunizarea" teoriei faţă de infirmări.

Reluînd mai tîrziu această problemă, în polemica cu Lakatos şi cu alţi critici, Popper face însă unele precizări importante, de ordin general. El subliniază însemnătatea pe care o poate avea ceea ce numeşte „atitudinea dogmatică" sau „apărarea critică" a unei teorii prin introducerea unor ipoteze auxiliare. Falsificabilitatea în calitate de criteriu de demarcaţie nu poate fi socotită un criteriu precis, cel puţin în sensul că nu putem şti dacă anumite observaţii controlate constituie falsificări ale unei teorii a ştiinţei empirice decît după ce am evaluat toate ipotezele auxiliare a căror adoptare ar elimina predicţiile incompatibile cu aceste observaţii. Evaluare care în practică poate fi greu încheiată, dat fiind marele număr de ipoteze auxiliare ce pot fi propuse, şi trebuie reluată de îndată ce au fost propuse noi asemenea ipoteze. Popper este condus astfel spre aprecierea că rezultatul discuţiei critice a teoriilor, concluzia că o teorie este sau nu falsificabilă (testabilă) sau, că posedă un grad de testabilitate relativ mai mare sau mai mic decît alta competitivă cu ea, are caracterul unei ipoteze, al unei presupuneri. Nu există reguli cvasi-algoritmice după care să ne putem conduce pentru a distinge teoriile ştiinţei empirice de teorii care nu sînt falsificabile şi pentru a alege între teoriile ştiinţifice competitive în funcţie de gradul lor de testabilitate. Regulile metodologice nu sînt „hard and fast", ci oarecum flexibile. Popper scrie textual: „Dacă adoptăm presupoziţii auxiliare *(auxiliary assumptions)*, atunci fără îndoială nu putem fi siguri dacă una dintre ele sau teoria supusă testului este responsabilă pentru o falsificare. Trebuie să facem presupuneri (să ghicim)"[1]. Asemenea concluzii pot să fie apărate spunîndu-se, de pildă, că autorul *Logicii cercetării* este consecvent şi în plan metodologic cu viziunea sa „failibilistă" asupra cunoaşterii omeneşti. S-ar putea adăuga că numai o metodologie cu reguli flexibile este compatibilă cu comportarea elastică a marilor oameni de ştiinţă, care nu s-au condus niciodată după norme rigide, chiar dacă au încercat ei înşişi să formuleze asemenea norme. Ne putem întreba însă dacă mai poate fi vorba în acest caz de reguli metodologice în gene-

[1] *„Replies to my Critics"* in *The Philosophy of Karl Popper*, p. 998.

ral. Cît de mult se îndepărtează Popper prin aceste concluzii de poziția sa inițială, în ciuda repetatelor sale asigurări că nimic esențial nu s-a schimbat în raport cu punctele de vedere formulate în textul din 1934, ne putem da seama uşor dacă confruntăm afirmațiile de mai sus cu acele pasaje din *Logica cercetării* în care regulile metodologice sînt comparate cu regulile unui joc. Impresia mea este că din multiple motive (pentru a respinge mai convingător critici ca cele de mai sus, pentru a îmbunătăți acordul dintre prescripțiile sale metodologice şi datele istoriei ştiinței, pentru a sublinia consecvența sa cu punctul de vedere „failibilist“ etc.), Popper şi-a „slăbit“ considerabil criteriul de demarcație şi criteriile de evaluare critică a teoriilor competitive. Aş spune periculos de mult, atît timp cît mai pretinde că „metodologia“ sa este în măsură să-l ajute pe cercetător să se orienteze în situațiile-problemă, să ia decizii şi să realizeze opțiuni şi că există o diferență sensibilă între ceea ce ar putea oferi „regulile“ metodei sale şi ceea ce omul de ştiință ştie printr-o „cunoaştere tacită“, printr-o intuiție formată şi rafinată de exemple istorice şi de experiența practică a cercetării. Oricum, evoluția poziției lui Popper în direcția unei atenuări crescînde a normativismului metodologic mi se pare greu de contestat. Cuvîntul „logică“ din titlul cărții sale ar trebui scris astăzi cu litere mai mici.

Un loc aparte ocupă, în sfîrşit, printre criticii *Logicii cercetării*, acei autori care pun astăzi în discuție supozițiile cele mai adînci pe care se construieşte teoria popperiană a ştiinței, supoziții acceptate în general ca ceva indiscutabil şi de la sine înțeles în cercurile largi ale filozofilor ştiinței din deceniile 3, 4 şi 5. Sînt criticii care se despart de Popper nu atît prin soluțiile pe care le propun, cît prin problematică. Ei nu pun la îndoială în primul rînd corectitudinea şi buna întemeiere a soluțiilor, ci mai degrabă faptul că marile probleme ale *Logicii cercetării* ar fi probleme semnificative şi importante pentru explicarea ştiinței reale. Imaginea popperiană a ştiinței le apare ca fiind rezultatul unor simplificări şi idealizări excesive. Iată de ce ei nu vor contesta atît ceea ce spune Popper, de exemplu, despre falsificarea şi testarea teoriilor ştiințifice, despre discuția lor critică şi despre criteriile selecției şi evaluării lor comparative, cît faptul că există în general asemenea probleme în ştiință. Confruntarea dintre Popper şi criticii din această categorie[1] poartă în general asupra conceptului de ştiință. În cele ce urmează, mă voi referi foarte pe scurt la unele evoluții de dată recentă din ştiință şi filozofia ştiinței, care ar putea arunca o anumită lumină asupra substratului acestei confruntări.

*

* *

Ca şi clasicii filozofiei secolelor trecute, Popper dezvoltă în *Logica cercetării* o teorie generală a cunoaşterii şi a metodei ştiinței empirice. Interesul lui este îndreptat, cum arătam şi la începutul acestui studiu, spre surprinderea şi reliefarea unor *caracteristici universale* ale metodei ştiinței, care ar putea fi

---

[1] Cei mai reprezentativi sînt Thomas S. Kuhn, autorul cărții de mare răsunet *The Structure of Scientific Revolutions* (ed. I, 1962, ed. a II-a, lărgită, 1970), apărută şi în traducere românească (Ed. ştiințifică şi enciclopedică, 1976) şi St. Toulmin, îndeosebi în scrierile lui mai recente, dintre care amintesc *Human Understanding*, vol. I 1972).

regăsite în orice ştiinţă empirică de îndată ce intră în faza construcţiei teoretice. Puţine viziuni asupra ştiinţei au totuşi rădăcini istorice atît de adînci ca cea care ni se înfăţişează în *Logica cercetării* sub semnul unei aspiraţii nedisimulate spre universalitate. Am arătat că atît considerarea teoriilor ştiinţifice ca sisteme ipotetico-deductive, cît şi conceperea ştiinţei ca „ştiinţă eroică" au fost inspirate în mod direct de marea revoluţie produsă în fizică prin apariţia teoriei relativităţii şi a teoriei cuantelor, de reflecţia metodologică şi general-filozofică pe care a suscitat-o această revoluţie. Este adevărat că în timp ce abordarea ipotetic-deductivă era o premisă împărtăşită în comun de oameni de ştiinţă creatori şi filozofi care au adus contribuţii remarcabile la analiza implicaţiilor metodologice ale noilor teorii fizice, adoptarea de către Popper a unei viziuni „eroice", „romantice" asupra ştiinţei a însemnat o luare de poziţie în problema foarte controversată a sensului şi ţelului ştiinţei empirice, în confruntarea dintre concepţia realistă şi concepţii cu un caracter fenomenalist, instrumentalist şi convenţionalist mai mult sau mai puţin pronunţat. De o parte şi de cealaltă s-au angajat, într-un mod mai categoric sau mai puţin categoric, personalităţi cunoscute ale ştiinţei vremii ca Max Planck, Ludwig Boltzmann, Albert Einstein şi Paul Langevin, respectiv Ernst Mach, Henri Poincaré, Arthur Eddington şi Werner Heisenberg. Viziunea popperiană asupra ştiinţei reprezintă nu numai o adeziune fără echivoc la realism dar, fără îndoială, o dezvoltare originală a interpretării realiste a ştiinţei, ca reacţie la noile evenimente ştiinţifice. Această viziune nu poate să fie bine înţeleasă decît prin raportare la revoluţia care a avut loc în fundamentele fizicii teoretice, ca o interpretare a sensului acestei revoluţii. Ea s-a cristalizat în contextul preocupării autorului *Logicii cercetării* de a explica, de pe poziţiile unei concepţii realiste asupra teoriei fizice şi a teoriei ştiinţifice în general, raportul dintre mecanica lui Newton şi mecanica lui Einstein, dintre fizica clasică şi teoria cuantelor[1]. Nu numai rădăcinile istorice ale conceperii teoriilor ştiinţifice ca sisteme ipotetico-deductive, dar şi rădăcinile istorice ale viziunii „eroice" asupra ştiinţei, de la care porneşte Popper, sînt, prin urmare, transparente.

Dacă marile teme şi ideile directoare ale *Logicii cercetării* pot fi derivate, cum am văzut, din aceste două componente esenţiale ale concepţiei popperiene asupra ştiinţei, se pune în mod firesc întrebarea: cum ne apar ele astăzi în lumina evoluţiilor recente din ştiinţă, din istoria ştiinţei şi din filozofia ştiinţei? Încercarea de a răspunde cît de sumar la o asemenea întrebare ne poate da o

---

[1] Una din ţintele favorite ale atacurilor lui Popper a fost interpretarea dată de Heisenberg raportului dintre fizica clasică şi teoriile fizicii moderne, interpretare în centrul căreia stă conceptul de „teorie închisă". (Vezi articolul *Der Begriff «abgeschlloßene Theorie» in der modernen Naturwissenschaft*, publicat în revista „*Dialectica*", 1948, tradus acum în limba română în W. HEISENBERG *Paşi peste graniţe*, Ed. Politică, 1977, şi cartea lui HEISENBERG, *Physics and Philosophy*, 1958.) Popper califică această interpretare ca „instrumentalistă" în cunoscutul său articol *Three Views concerning Human Knowledge* (1956). Popper vizează îndeosebi contestarea explicită de către Heisenberg a punctului de vedere că mecanica newtoniană a fost contrazisă de mecanica cuantică, respectiv de mecanica relativistă şi trebuie înlocuită cu acestea, contestare pe care o consideră drept o consecinţă a punctului de vedere că teoriile ştiinţifice sînt doar instrumente de predicţie şi de ordonare a datelor experienţei şi ca o respingere implicită a tezei realiste după care ele sînt descrieri aproximative ale unor proprietăţi structurale ale lumii.

idee despre ceea ce am putea numi, poate cam pretenţios, destinul *Logicii cercetării.*

Constatăm mai întîi o eroziune crescîndă a concepţiei ipotetic-deductive. De această eroziune sînt puternic afectate şi unele elemente care au un rol esenţial în eşafodajul *Logicii cercetării.* Am în vedere supoziţii ca aceea că datele, faptele, legile acumulate la un moment dat într-un domeniu al cercetării pot fi explicate la fel de bine de un număr nelimitat de teorii (nu există în această privinţă limite principiale, ci numai limite ale imaginaţiei creatoare a oamenilor de ştiinţă), că putem decide care este cea mai bună dintre aceste teorii în competiţie examinînd numai consecinţele lor empirice (gradul de testabilitate şi modul cum trec testele empirice). Dacă adoptăm în afara acestor supoziţii şi distincţia rigidă dintre modul cum ia naştere o teorie şi criteriile aprecierii valorii ei de cunoaştere, ni se impune concluzia că factorii istorici, sociali, culturali îşi exercită influenţa în procesul genezei teoriilor, dar ei nu joacă nici un rol în discuţia lor critică şi în evaluarea lor comparativă. Această discuţie şi evaluare, în măsura în care are un caracter raţional, se realizează pe baza unor criterii şi norme anistorice, atemporale. În concepţia lui Popper obiectul metodologiei constă tocmai în elaborarea unor asemenea criterii şi norme. Urmărirea lor, aplicarea lor spontană sau conştientă ar asigura succesul omului care face „ştiinţă eroică" în toate timpurile şi în toate locurile. În această lumină, comparaţia pe care o face adesea Popper între regulile metodologice şi regulile unui joc ne atrage atenţia asupra unei supoziţii puternice dar în bună măsură tacite a *Logicii cercetării*: adecvarea unei decizii ştiinţifice constă în corespondenţa ei cu reguli şi norme anistorice. Găsim, ce-i drept, în textele lui Popper unele încercări de a mai atenua această viziune austeră şi de a o aduce astfel puţin mai aproape de bogăţia, complexitatea şi variabilitatea situaţiilor istorice. Astfel, încă în textul din 1934 al *Logicii cercetării* (vezi paragraful 85), se remarcă fugitiv că teoriile ştiinţifice sînt evaluate în funcţie de capacitatea lor de a oferi soluţii situaţiilor-problemă care apar la un moment dat într-un domeniu al cercetării. Ulterior, în *Postscriptum*, Popper va merge mai departe, afirmînd că însăşi criteriile pe baza cărora se evaluează excelenţa unei explicaţii ştiinţifice, respectiv a unei teorii ştiinţifice, se schimbă de-a lungul istoriei ştiinţei. El propune pentru a desemna aceste mari idei regulative termenul „programe metafizice de cercetare"[1], subliniind în acest fel dependenţa lor de idei filozofice generale cu mare influenţă în epocă şi de alţi factori sociali şi culturali. Popper se limitează însă la asemenea observaţii generale. Asumarea consecinţelor ce decurg din ele ar fi dus, fără îndoială, la o restructurare profundă a *Logicii cercetării*, alternativă pe care autorul ei nu a considerat-o nici un moment în mod serios.

Şi totuşi el ar fi avut motive să o facă. Cercetările mai noi de istoria ştiinţei pun tot mai mult la îndoială existenţa unor criterii anistorice sau supraistorice ale ştiinţificităţii şi raţionalităţii. Se cunosc numeroase situaţii în care ipoteze care satisfăceau într-un grad înalt criteriile popperiene sau criteriile altor „logici ale evaluării comparative a teoriilor ştiinţifice" erau privite cu rezervă şi întîmpinau împotrivirea oamenilor de ştiinţă fiindcă aceste ipoteze nu erau

---

[1] K. POPPER, *Autobiography*, în *The Philosophy of Karl Popper*, p. 120.

de acord cu idei filozofice larg acceptate asupra lumii și asupra cunoașterii[1], iar altele care nu satisfăceau aceste criterii dar erau în armonie cu viziunea filozofică dominantă se bucurau, dimpotrivă, de recunoaștere și multă favoare. Modele ontologice și idealuri științifice istoricește condiționate și în schimbare influențează în mod decisiv nu numai apariția unor noi idei științifice, ci și judecata asupra valorii lor. Atunci cînd este vorba, de exemplu, să stabilim dacă responsabilă pentru rezultatele negative ale testelor empirice este ipoteza supusă testului sau anumite elemente ale cunoașterii prealabile, aceste modele și idealuri vor avea o greutate mai mare decît gradul de testabilitate sau alte considerații metodologice abstracte, anistorice. Distincția rigidă dintre contextul genezei și contextul validării ideilor științifice, susținută și de Popper, nu poate să dea socoteală de aceste situații, care par să constituie regula și nu excepția. În genere, posibilitatea unei metodologii normative, abstracte (chiar în forma slăbită pe care o are în vedere Popper atunci cînd precizează că recomandările ce pot fi derivate din regulile sale metodologice au doar valoarea unor presupuneri, a unor ipoteze orientative) este pusă tot mai mult sub semnul întrebării pe măsură ce devenim mai conștienți de complexitatea și singularitatea situațiilor-problemă din știință, de mulțimea și varietatea cerințelor cărora trebuie să le răspundă orice încercare de a da o soluție cît de cît satisfăcătoare acestor situații. După cum observă Toulmin (în *Human Understanding*), dacă filozoful care consideră în mod abstract și de la distanță știința și elaborează în acest fel o metodologie generală, pornește de la premisa că pot fi concepute un număr nelimitat de teorii științifice concurente, în realitate este nevoie de geniu științific pentru a găsi *o* teorie, una singură, care să dea un răspuns cît de cît acceptabil întrebărilor pe care le ridică o situație-problemă concretă. În rîndul autorilor celor mai bine familiarizați cu practica științifică și cu rezultatele cercetărilor recente de istoria științei, cîștigă tot mai mult teren punctul de vedere că a vorbi despre un criteriu universal de demarcație între teoriile științifice și neștiințifice, valabil pentru toate disciplinele științifice și pentru toate perioadele istorice, precum și despre criterii universale de excelență a teoriilor științifice înseamnă a considera situații construite, artificiale, foarte îndepărtate de situațiile reale și a face în cele din urmă teoria unei științe fictive[2]. Acești autori pun în discuție și realismul presupunerilor lui Popper privitoare la tăria logică a unei teorii științifice obișnuite[3]. Astfel, Kuhn insistă asupra faptului că teoria popperiană a falsificării pornește de la premisa că orice observație științifică poate fi calificată ca fiind în acord, în contradicție sau fără

---

[1] Este cazul teoriei gravitației a lui Newton, întemeiată pe „acțiunea de la distanță", incompatibilă cu principiile filozofiei mecaniciste și corpusculare a vremii. Această incompatibilitate a generat îndoieli serioase cu privire la caracterul satisfăcător al teoriei, în ciuda marelui ei succes empiric.

[2] Pentru o reacție extremă de acest fel, vezi M. MASTERMAN, *The Nature of a Paradigm*, în *Criticism and the Growth of Knowledge*, care vorbește cu referire la Popper de „eterialismul" unei anumite filozofii a științei („philosophy-of-science aetherialism").

[3] Recunoscînd, de exemplu, că numai părți ale științei empirice pot lua provizoriu forma unui sistem deductiv pe de-a întregul închis, Popper precizează în paragraful 16 al *Logicii cercetării*: „Totuși, sistemul din momentul respectiv poate fi, de obicei, cuprins bine în toate conexiunile lui importante și orice testare severă are ca premisă că acesta este, într-un anumit moment al timpului, atît de închis încît noi presupoziții nu pot fi introduse în el prin contrabandă".

nici un raport logic cu consecinţele derivate dintr-o teorie ştiinţifică, că mulţimea consecinţelor logice ale unei teorii poate fi riguros determinată; or, în practică nici o teorie ştiinţifică, cel puţin în forma în care ea intervine în cercetare, nu satisface cerinţe atît de tari[1].

Actualitatea *Logicii cercetării* este strîns legată de actualitatea „ştiinţei eroice". Popper nu pretinde că teoria sa ar putea să descrie şi să normeze toate activităţile pe care le realizează astăzi cercetătorii în domeniul ştiinţelor empirice. Îndeosebi în ultimul timp, în polemica cu Thomas Kuhn[2], Popper a subliniat că nu „tot ce este real este raţional", că nu toate activităţile considerate astăzi ştiinţifice, cel puţin din punct de vedere instituţional, pot fi calificate astfel odată ce adoptăm conceptul său de ştiinţă. Kuhn i-a deschis ochii asupra faptului că un număr tot mai mare de oameni de ştiinţă fac astăzi ceea ce acesta numeşte „ştiinţă normală". „«Ştiinţa normală», în sensul lui Kuhn, există. Este activitatea omului de ştiinţă profesionist, nerevoluţionar, sau, mai precis, nu prea critic; a cercetătorului care acceptă dogma dominantă a zilei; a celui care nu doreşte să o pună în discuţie; a celui care acceptă o nouă teorie revoluţionară numai dacă aproape oricine este gata să o accepte, numai dacă ea este deja la modă..."[3]. Nu voi discuta aici dacă această caracterizare a „ştiinţei normale" ca cercetare întreprinsă fără spirit critic este corectă. M-am referit la ea fiindcă este semnificativă pentru distincţia pe care o face Popper între ştiinţa reală şi ceea ce el socoteşte ca fiind ştiinţă autentică. Cercetătorul care se mulţumeşte să aplice teoria pentru rezolvarea de probleme, urmînd modele pe care şi le-a însuşit în procesul instrucţiei sale ştiinţifice, nu este un adevărat om de ştiinţă. Popper susţine că foarte puţini cercetători al căror nume a fost reţinut în istoria vreunei ştiinţe sînt oameni care au făcut „ştiinţă normală", în acest sens. Dar el admite că numărul lor a crescut considerabil în ultimul timp, odată cu producţia în masă a cercetătorilor. Popper merge chiar mai departe, prevenind asupra pericolului pe care îl reprezintă astăzi „ştiinţa normală". „S-ar putea — scrie el — să ne mişcăm deja spre o perioadă în care criteriul lui Kuhn pentru ştiinţă — o comunitate de lucrători uniţi printr-o *rutină* — să devină acceptat în practică. Dacă lucrurile s-ar petrece astfel, aceasta ar însemna sfîrşitul ştiinţei aşa cum o văd eu"[4]. Consecinţele unei asemenea evoluţii nu sînt greu de văzut: metodologia propusă în *Logica cercetării* ar putea fi utilă cel mult pentru explicarea ştiinţei trecutului, a unui trecut tot mai îndepărtat.

Desigur, Popper nu ia prea în serios o asemenea alternativă. El este înclinat să considere că nici astăzi „ştiinţa normală" nu reprezintă un fenomen „normal", caracteristic pentru ştiinţă, ci doar o regretabilă slăbire a simţului critic al unor oameni de ştiinţă şi să spere că ea va fi depăşită în viitor spre binele ştiinţei şi al omenirii în general. Este semnificativă în această privinţă insistenţa cu care Popper subliniază în scrieri mai recente că ideea sa despre

---

1 THOMAS S. KUHN, *Logic of Discovery or Psychology of Research?*, în *Criticism and the Growth of Knowledge*, p. 15—19.

2 Vezi K. POPPER, *Normal Science and its Dangers*, în *Criticism and the Growth of Knowledge* şi K. POPPER, *Kuhn on the Normality of Normal Science*, în *The Philosophy of Karl Popper*.

3 Vezi *Criticism and the Growth of Knowledge*, p. 52.

4 Vezi *The Philosophy of Karl Popper*, p. 1146.

ceea ce trebuie să fie ştiinţa este destul de largă pentru a cuprinde toate descoperirile ştiinţifice, toate realizările ştiinţifice valoroase[1]. Orice descoperire ştiinţifică, mică sau mare, presupune formularea unor idei noi, examinarea critică a soluţiilor competitive şi reprezintă, în acest sens, cu totul altceva decît o rezolvare de probleme pe baza unei rutine. Nu numai creatorii unor mari teorii, ci şi oamenii de ştiinţă ca Röntgen, Becquerel, soţii Curie sau Rutherford, care nu au propus asemenea teorii, oamenii care descoperă noi fapte, elaborează noi metode şi construiesc noi aparate, determină sau precizează anumite constante sau legi cantitative, şi nu numai cei care fac cercetare fundamentală dar şi inginerii şi tehnicienii, în măsura în care sînt inovatori, aplică metoda conjecturilor şi falsificărilor, învaţă din greşeli şi sînt în acest sens critici şi revoluţionari. Activităţile de fiecare zi ale omului de ştiinţă, atît timp cît nu sînt golite de orice spirit inovator şi critic, sînt activităţi ştiinţifice autentice nu în mai mică măsură decît formularea şi discuţia critică a unor ipoteze fundamentale.

Asemenea precizări par să aibă menirea de a micşora distanţa dintre conceptul de ştiinţă pe care se construieşte metodologia popperiană şi ştiinţa aşa cum este înţeleasă şi practicată în mod obişnuit. Preţul plătit este însă o „diluare" considerabilă a nucleului viziunii popperiene a ştiinţei ca „ştiinţă eroică". Se poate presupune că sîntem în faţa unei manevre defensive, care mărturiseşte indirect teama lui Popper că teoria lui ar putea să fie considerată aplicabilă doar unor episoade excepţionale din ştiinţa trecutului. Această teamă nu este nejustificată. Oricît de clare şi de categorice ar fi asigurările lui Popper că el are în vedere activităţile de fiecare zi ale omului de ştiinţă, cititorul atent al *Logicii cercetării* nu se poate sustrage impresiei care se degajă din fiecare pagină a cărţii, atît din formularea tezelor generale cît şi din exemple, că aici este vorba despre ştiinţa ca „ştiinţă eroică", despre omul de ştiinţă care caută un „adevăr mare".

Dacă admitem că *Logica cercetării* dezvoltă o teorie a „ştiinţei eroice", întrebarea cu privire la actualitatea acestei teorii va fi echivalentă cu întrebarea: „mai este ştiinţa eroică actuală?". O întrebare care cu greu ar putea primi astăzi un răspuns simplu şi categoric. S-ar putea spune pe drept cuvînt că fizica teoretică, ştiinţa la care se referă cu predilecţie Popper, este astăzi mult mai puţin „eroică" şi „romantică" decît pe vremea cînd a apărut *Logica cercetării*. Alte domenii ale ştiinţei, cum sînt cosmologia sau unele discipline biologice, par însă să intre într-o „epocă eroică". Şi nu este deloc exclus ca „vremurile eroice" să se întoarcă şi în fizica generală. Avem deci motive pentru a crede că *Logica cercetării* nu va rămîne în istorie ca o carte care descrie o epocă apusă pentru totdeauna a istoriei ştiinţei, ci ca apologia unei forme perene, mereu actuale a vieţii şi mişcării ştiinţei teoretice.

---

[1] Vezi de exemplu, *The Philosophy of Karl Popper*, p. 1147–1148 şi p. 1149–1150.

Ipotezele sînt plase: numai cel care le aruncă
va putea prinde.

NOVALIS

PREFAȚĂ LA PRIMA EDIȚIE GERMANĂ, 1934

Sugestia că omul a soluționat, în cele din urmă, cele mai îndărătnice probleme... nu oferă cunoscătorului nici o consolare; căci ceea ce îi inspiră frică este tocmai gîndul că filozofia nu îl va aduce niciodată în fața unei „probleme" autentice.

M. SCHLICH (1930)

Eu sînt de o părere cu totul contrară și afirm despre problemele asupra cărora s-a discutat vreme îndelungată, mai cu seamă în filozofie, că la baza lor nu a stat niciodată o dispută în jurul cuvintelor, ci întotdeauna o dispută reală asupra lucrurilor.

I. KANT (1786)

Un om de știință angajat într-o cercetare științifică particulară, bunăoară una fizică, poate să înceapă, fără ocoluri, cu tratarea problemei lui. El poate, ca să spunem așa, merge direct spre miezul lucrurilor. Există un „miez" aici: o construcție științifică, o situație-problemă general recunoscută. Din această cauză, cercetătorul poate să lase pe seama cititorului încadrarea cercetării sale în sistemul științei.

Într-o altă situație se găsește filozoful. El nu stă în fața unei construcții ci a unui teren cu ruine (în care pot fi descoperite, ce-i drept, și comori). Legătura cu o situație-problemă general recunoscută nu o poate stabili; faptul că o asemenea situație nu există este, poate, singurul care se bucură de o recunoaștere generală. Într-adevăr, în controversele filozofice se ivește mereu întrebarea dacă filozofia are de-a face, în general, cu „probleme" autentice.

Cine răspunde afirmativ la această întrebare, cine nu consideră, cu toate acestea, ca lipsită de perspectivă încercarea de a depăși starea tristă a ceea ce se numește discuție filozofică, acela poate, dacă nu aderă la nici una din școlile în dispută, să meargă pe un singur drum: s-o ia de la început.

Viena, în toamna lui 1934.

Nimic nu-i este mai necesar omului de știință decît să știe ceva despre istoria științei și despre logica cercetării...: despre calea pe care pot fi descoperite greșeli, despre rolul pe care îl joacă ipotezele și imaginația și despre metoda testării.

LORD ACTON

PREFAŢĂ LA PRIMA EDIŢIE ENGLEZĂ, 1959

În vechea prefaţă din 1934 am încercat să explic—mi-e teamă, prea sumar — atitudinea mea faţă de situaţia din filozofia de atunci şi în special faţă de filozofia lingvistică şi şcoala analizei limbajului din acea vreme. În această nouă prefaţă, intenţionez să-mi explic atitudinea faţă de situaţia actuală şi faţă de cele două şcoli ale analizei limbajului din zilele noastre. Acum, ca şi atunci, analiştii limbajului sînt pentru mine importanţi, nu numai ca adversari, ci şi ca aliaţi, întrucît par să fie aproape singurii filozofi care au păstrat ceva din tradiţiile raţionalismului.

Analiştii limbajului cred că nu există probleme filozofice veritabile sau că problemele filozofiei, dacă există, sînt probleme ale folosirii limbajului sau ale înţelesului cuvintelor. Eu cred, dimpotrivă, că există cel puţin o problemă filozofică care îi interesează pe toţi oamenii care gîndesc. Este problema cosmologică: *problema înţelegerii lumii — inclusiv a noastră înşine, şi a cunoaşterii noastre, ca părţi ale lumii.* Ştiinţa în întregul ei este cosmologie în acest sens, cred eu, şi interesul meu pentru filozofie, nu mai puţin decît cel pentru ştiinţă, depinde exclusiv de contribuţiile pe care ele le pot aduce acesteia. Pentru mine cel puţin, atît filozofia cît şi ştiinţa şi-ar pierde orice putere de atracţie dacă ar renunţa la acest ţel. Indiscutabil, înţelegerea funcţiilor limbajului nostru constituie o parte importantă a acestui ţel; dar nu şi interpretarea problemelor noastre ca simple probleme lingvistice.

Analiştii limbajului se privesc pe ei înşişi ca practicanţi ai unei metode, o metodă pe care o consideră drept caracteristică şi esenţială pentru filozofie. Cred că ei se înşeală, căci eu susţin următoarea teză: filozofii sînt tot atît de liberi ca şi alţi oameni să folosească orice metodă în efortul lor de a găsi adevărul. *Nu există* o *metodă caracteristică şi esenţială pentru filozofie.*

O a doua teză pe care doresc să o susţin este următoarea: problema centrală a epistemologiei[1]* a fost întotdeauna şi este şi astăzi problema creşterii cunoaşterii (growth of knowledge)[2]. *Iar creşterea cunoaşterii poate fi studiată cel mai bine cercetînd creşterea cunoaşterii ştiinţifice.* Nu cred că cercetarea creşterii cunoaşterii poate fi înlocuită cu cercetarea utilizării limbajului sau a sistemelor lingvistice.

Sînt totuşi gata să admit că există o metodă care poate fi caracterizată drept „metoda filozofiei". Dar ea nu este proprie numai filozofiei; ea este mai degrabă metoda oricărei *discuţii raţionale* şi prin urmare metoda ştiin-

---

* Numerele între paranteze drepte indică notele traducătorilor care sînt plasate la sfîrşitul volumului.

ţelor naturii în aceeaşi măsură ca şi a filozofiei. Metoda pe care o am în vedere este aceea de a formula problema cu claritate şi de a examina *în mod critic* diferitele soluţii propuse.

Am scris cuvintele „*discuţie raţională*" şi „*în mod critic*" cu litere cursive pentru a sublinia că eu consider atitudinea raţională şi atitudinea critică ca fiind echivalente. Esenţialul este că, ori de cîte ori propunem o soluţie unei probleme, va trebui să încercăm, cît ne stă în putinţă, să criticăm soluţia noastră în loc de a o apăra. Din păcate, puţini dintre noi respectă acest principiu; vor exista însă, din fericire, alţii gata să întreprindă critica dacă nu am reuşit să o exercităm noi înşine. Dar critica va fi fertilă numai dacă vom formula problema noastră cît mai clar cu putinţă şi dacă vom da soluţiei noastre o formă destul de definită — o formă în care ea să poată fi discutată în mod critic.

Nu neg că ceea ce se numeşte „analiză logică" poate juca un rol în acest proces de clarificare şi de examinare critică a problemelor noastre şi a soluţiilor propuse; şi nu afirm că metodele „analizei logice" sau ale „analizei lingvistice" sînt în mod necesar lipsite de utilitate. Teza mea este, mai degrabă, că aceste metode sînt departe de a fi singurele pe care filozoful le poate utiliza cu folos şi că ele nu sînt în nici o privinţă caracteristice pentru filozofie. Ele nu sînt mai caracteristice pentru filozofie decît pentru orice cercetare ştiinţifică sau activitate raţională în general.

Voi fi întrebat, poate, ce alte metode poate folosi un filozof. Răspunsul meu este că deşi există multe asemenea „metode" nu sînt interesat să le enumăr. Mă interesează prea puţin ce metode va folosi un filozof (sau altcineva) atît timp cît are o problemă interesantă şi atît timp cît încearcă în mod serios să o rezolve.

Printre numeroasele metode pe care le va putea folosi — totul depinzînd, desigur, de problema care îi stă în faţă — există o metodă care mi se pare demnă de a fi amintită. Ea reprezintă o variantă a metodei istorice (astăzi demodată), care constă pur şi simplu în a încerca să aflăm ce au gîndit şi au spus alţii despre problema care ne interesează: de ce a fost o problemă pentru ei; cum au formulat-o; cum au încercat să o rezolve. Aceasta mi se pare important, fiindcă face parte din metoda generală a discuţiei raţionale. Dacă ignorăm ce gîndesc alţii, sau au gîndit în trecut, metoda discuţiei raţionale va înceta să funcţioneze şi fiecare dintre noi se va mulţumi să discute cu el însuşi. Unii filozofi fac o virtute din a vorbi cu ei înşişi; ei cred, se pare, că nimeni nu este demn să poarte discuţii cu ei[3]. Mi-e teamă că practicarea filozofiei la un nivel atît de înalt ar putea fi un simptom al declinului discuţiei raţionale. Fără îndoială, Dumnezeu vorbeşte mai ales cu el însuşi, fiindcă nimeni nu este demn să discute cu el. Dar un filozof ar trebui să ştie că nu este mai asemănător lui Dumnezeu decît oricare om.

Există unele temeiuri istorice interesante pentru părerea larg răspîndită că ceea ce se numeşte „analiză lingvistică" este adevărata metodă a filozofiei.

Un asemenea temei este părerea corectă că *paradoxurile logice*, ca cel al mincinosului („Acum mint") sau cele găsite de Russell, Richard şi alţii, cer pentru soluţionarea lor aplicarea metodei analizei lingvistice şi îndeosebi a celebrei distincţii dintre expresii lingvistice cu sens (sau „corect formate")

și expresii lingvistice lipsite de sens. Dar această părere corectă este combinată apoi cu părerea greșită că problemele tradiționale ale filozofiei iau naștere din încercarea de a rezolva *paradoxuri filozofice* a căror structură este asemănătoare celei a *paradoxurilor logice*, astfel că distincția dintre vorbirea cu sens și vorbirea fără sens trebuie să aibă o importanță centrală și pentru filozofie[4]. Că această părere este greșită se poate arăta foarte ușor, și anume tocmai pe calea analizei logice. Această analiză dezvăluie că un anumit fel de reflexibilitate sau auto-raportare *(self-reference)*, care este prezentată în toate paradoxurile logice, este absentă în toate așa-numitele paradoxuri filozofice, chiar și în antinomiile lui Kant.

Principalul motiv al entuziasmului pentru metoda analizei lingvistice pare să fi fost însă următorul: s-a crezut că așa-numita „cale nouă a ideilor" *(„new way of ideas")* a lui Locke, Berkeley și Hume, adică metoda psihologică sau mai degrabă pseudopsihologică de a analiza ideile noastre și originile lor în simțurile noastre, trebuie să fie înlocuită cu o metodă mai „obiectivă" și mai puțin genetică; s-a considerat că noi trebuie să analizăm cuvinte, înțelesurile sau utilizarea lor, mai degrabă decît „idei" sau „noțiuni", că trebuie să analizăm judecăți sau enunțuri mai degrabă decît „gînduri", „convingeri" sau „păreri". Admit cu dragă inimă că această înlocuire a „căii noi a ideilor" a lui Locke cu o „cale nouă a cuvintelor" a fost un pas înainte și încă unul imperios necesar.

Este de înțeles că aceia care au văzut odinioară în „calea nouă a ideilor" singura metodă adevărată a filozofiei au putut apoi adopta părerea că „noua cale a cuvintelor" este singura metodă adevărată a filozofiei. Pentru mine această părere este însă inacceptabilă. Doresc să fac doar două observații critice asupra ei. Mai întîi, „noua cale a ideilor" nu ar fi trebuit niciodată considerată ca principala metodă a filozofiei, ca să nu spunem ca singura ei metodă adevărată. Pînă și Locke a introdus-o ca metodă pentru a trata anumite chestiuni preliminare (preliminarii pentru o știință a eticii); atît Berkeley cît și Hume au folosit-o în principal ca o armă pentru a-și combate adversarii. Interpretarea pe care ei o dădeau lumii — lumii lucrurilor și a oamenilor — nu s-a bazat niciodată pe această metodă. Berkeley nu și-a întemeiat cu ajutorul ei vederile religioase, nici Hume teoriile politice (deși și-a întemeiat cu ajutorul ei concepția sa deterministă).

Dar obiecția mea cea mai serioasă împotriva părerii că, fie „calea nouă a ideilor", fie „calea nouă a cuvintelor", este principala metodă a epistemologiei — sau poate chiar și a filozofiei — este următoarea.

Problematica epistemologiei poate fi abordată în două feluri: 1. ca problematică a *cunoașterii comune* sau a simțului comun; 2. ca problematică a *cunoașterii științifice*. Acei filozofi care preferă prima abordare socotesc, pe drept cuvînt, că ceea ce numim cunoaștere științifică nu poate fi decît o extindere a simțului comun și socotesc de asemenea, de data aceasta în mod greșit, că simțul comun ar fi mai ușor de analizat. Pe această cale, ei ajung să înlocuiască „calea nouă a ideilor" cu o analiză a *limbajului comun* (ordinary language) — a limbajului în care este formulată cunoașterea comună. Ei înlocuiesc, de exemplu, analiza impresiei vizuale, a percepției, a cunoașterii sau a convingerii, prin analiza expresiilor „văd", „percep", „cunosc", „cred", „consider că este probabil", sau poate prin analiza cuvîntului „poate"[5].

Celor care preferă această abordare a teoriei cunoaşterii le voi răspunde în felul următor. Deşi sînt de acord că ştiinţa este pur şi simplu o dezvoltare a cunoaşterii comune sau a simţului comun, eu susţin că cele mai importante şi captivante probleme ale epistemologiei vor fi trecute în întregime cu vederea de către aceia care se limitează la analiza cunoaşterii comune sau a formulării ei în limbajul comun.

Aş da aici doar un exemplu pentru a arăta ce fel de probleme am în vedere: problema *creşterii* cunoaşterii noastre. Ne dăm seama imediat că multe probleme legate de creşterea cunoaşterii trebuie în mod necesar să depăşească o cercetare care este limitată la cunoaşterea comună, în opoziţie cu cunoaşterea ştiinţifică. Căci principala cale pe care se realizează creşterea cunoaşterii comune este tocmai transformarea ei în cunoaştere ştiinţifică. În afară de aceasta, este clar că cel mai important şi interesant caz de creştere a cunoaşterii este creşterea cunoaşterii ştiinţifice.

Trebuie reamintit, în acest context, că aproape toate problemele epistemologiei tradiţionale sînt legate de problema creşterii cunoaşterii. Înclin să spun chiar mai mult: de la Platon la Descartes, Leibniz, Kant, Duhem şi Poincaré; şi de la Bacon, Hobbes şi Locke, la Hume, Mill şi Russell, teoria cunoaşterii a fost însufleţită de speranţa nu numai de a ne face să ştim mai mult despre cunoaştere, ci şi de a contribui la înaintarea cunoaşterii — a cunoaşterii ştiinţifice. (Singura excepţie de la această regulă printre marii filozofi, după cîte ştiu eu, este Berkeley.) Mulţi dintre filozofii care cred că metoda caracteristică filozofiei este analiza limbajului comun par să fi pierdut acel admirabil optimism care a însufleţit odată tradiţia raţionalistă. Atitudinea lor a devenit, se pare, una de resemnare, dacă nu chiar de deznădejde. Ei nu numai că lasă sarcina de a face să progreseze cunoaşterea exclusiv pe seama oamenilor de ştiinţă; mai mult, ei definesc filozofia în aşa fel încît ea devine prin definiţie incapabilă să contribuie în vreun fel la cunoaşterea noastră asupra lumii. Automutilarea pe care o postulează această definiţie, a cărei putere de atracţie este surprinzătoare, nu mă ispiteşte. Nu există ceva de felul unei esenţe a filozofiei aptă să fie distilată şi comprimată într-o definiţie. O definiţie a cuvîntului „filozofie" poate avea doar caracterul unei convenţii, al unei înţelegeri; şi, în orice caz, nu atribui nici un merit unei propuneri arbitrare de a defini cuvîntul „filozofie" într-un fel care îl va împiedica pe cercetătorul în domeniul filozofiei să încerce să aducă, ca filozof, o contribuţie cît de modestă la progresul cunoaşterii noastre asupra lumii.

Mi se pare de asemenea paradoxal că filozofii care afirmă cu mîndrie că se limitează la cercetarea limbajului comun cred totuşi că ei cunosc destul despre cosmologie pentru a şti că aceasta este atît de diferită în esenţa ei de filozofie încît filozofia nu poate aduce nici o contribuţie la dezvoltarea ei. Şi într-adevăr, ei greşesc. Este un fapt că idei pur metafizice — aşadar idei filozofice — au fost de cea mai mare importanţă pentru cosmologie. De la Thales la Einstein, de la atomismul antic la speculaţiile lui Descartes asupra materiei, de la speculaţiile lui Gilbert, Newton, Leibniz şi Boscovic asupra forţelor, la cele ale lui Faraday şi Einstein despre cîmpurile de forţe, ideile metafizice au avut un rol director.

Acestea sînt, pe scurt, motivele pentru care cred că pînă şi în domeniul epistemologiei, prima abordare menţionată mai sus — adică analiza cunoaş-

terii pe calea analizei limbajului comun — este prea îngustă și nu poate să nu conducă la pierderea din vedere a celor mai interesante probleme.

Cu toate acestea, sînt departe de a fi de acord cu toți acei filozofi care preferă cealaltă abordare a problemelor epistemologiei — abordarea care constă în analiza cunoașterii științifice. Pentru a explica mai clar ce dezaprob și ce aprob în vederile lor, voi împărți pe filozofii care adoptă cea de a doua abordare în două subgrupe — caprele și oile.

Primul grup este constituit din cei al căror scop este studierea „limbajului științei" și a căror metodă preferată este construcția unor limbaje model artificiale (limbaje formalizate), adică construcția a ceea ce ei cred că sînt modele ale „limbajului științei"[6].

Cel de-al doilea grup nu se limitează la studierea limbajului științei sau a oricărui alt limbaj și nu are vreo metodă filozofică favorită. Membrii lui filozofează în modurile cele mai diferite, fiindcă speră să rezolve probleme din cele mai diferite; pentru ei orice metodă este binevenită, dacă consideră că îi poate ajuta să vadă mai clar problemele care îi preocupă și să descopere o soluție, fie și numai una provizorie.

Mă voi referi mai întîi la cei a căror metodă favorită este construcția unor modele artificiale ale limbajului științei. Din punct de vedere istoric, și aceștia pornesc de la „calea nouă a ideilor". Și ei înlocuiesc metoda (pseudo-) psihologică a vechii „căi a ideilor" cu analiza lingvistică. Obiectul preferat al analizei lor lingvistice este „limbajul științei", și nu limbajul comun, poate fiindcă sînt fascinați de idealul unei cunoașteri „exacte", „precise" sau „formalizate". Din păcate, nu există un asemenea obiect ca „limbajul științei"[7]. Devine, prin urmare, necesar pentru ei să construiască unul. Dar construcția unui model al limbajului științei care să funcționeze cu adevărat — a unui model în cadrul căruia să poată fi practicată o știință reală ca fizica — se dovedește în practică oarecum dificilă. Din această cauză îi găsim angajați în construcția unor modele miniaturale complicate, a unor sisteme întinse de dispozitive la scară mică.

După părerea mea, acest grup de filozofi a ales calea cea mai greșită. Concentrîndu-se asupra construirii unor modele de limbaj miniaturale, ei trec cu vederea cele mai captivante probleme ale teoriei cunoașterii — cele legate de progresul cunoașterii. Căci complexitatea instrumentelor nu are nici o relație cu eficacitatea lor, și practic nici o teorie științifică care prezintă vreun interes nu poate să fie exprimată în aceste complicate sisteme miniaturale. Ele nu ne învață nimic despre ceea ce merită, în primul rînd, să fie știut: despre creșterea științei sau a cunoașterii comune.

Într-adevăr, modelele „limbajului științei", pe care le constituie acești filozofi, nu au nimic de a face cu limbajul științei moderne. Aceasta se poate vedea din observațiile ce urmează, observații ce se aplică celor trei sisteme de limbaj care sînt cel mai bine cunoscute. (La ele se referă notele 13 și 15, în anexa * VII și nota * 2 din paragraful 38.) Primul din aceste sisteme de limbaj nu posedă nici măcar mijloacele necesare pentru a exprima identitatea. În consecință, el nu poate exprima o ecuație și nu conține, prin urmare, nici cele mai simple formule aritmetice. Al doilea sistem de limbaj funcționează numai atît timp cît nu îi adăugăm mijloacele pentru a demonstra cele mai obișnuite teoreme ale aritmeticii — de exemplu

teorema lui Euclid că nu există cel mai mare număr prim sau chiar principiul că orice număr are un succesor. În cel de-al treilea sistem de limbaj — cel mai elaborat și cel mai bine cunoscut — matematica nu poate fi de asemenea formulată, și ceea ce este mai interesant, în el nu pot fi exprimate proprietăți măsurabile. Pentru aceste motive, și pentru multe altele, cele trei sisteme de limbaj sînt prea sărace pentru a fi de folos vreunei ramuri a științei. Bineînțeles, ele sînt în mod esențial mai sărace decît limbajele comune, inclusiv cele mai primitive dintre acestea.

Limitările amintite au fost impuse acestor sisteme de limbaj de către creatorii lor; și aceasta pur și simplu fiindcă fără asemenea limitări nici aceste rezultate sărace nu ar fi putut fi obținute. Acest fapt poate fi ușor demonstrat și a fost demonstrat în parte chiar de creatorii acestor sisteme. Totuși aceștia par să pretindă două lucruri: (a) că modelele lor sînt, într-un fel sau altul, capabile să rezolve probleme ale teoriei cunoașterii științifice sau, cu alte cuvinte, că sînt aplicabile științei (cînd, de fapt, sînt aplicabile cu o anumită precizie numai pentru discursuri extrem de primitive), și (b) că metodele lor sînt „exacte“ sau „precise“. Este clar că aceste două pretenții nu pot fi susținute amîndouă în același timp.

Astfel, metoda construirii limbajelor model artificiale nu permite abordarea problemelor creșterii cunoașterii noastre; ea este în măsură și mai mică în stare să facă aceasta decît metoda analizei limbajelor comune, pur și simplu fiindcă aceste limbaje model sînt mai sărace decît limbajele comune. Drept consecință a sărăciei lor, ele ne oferă cel mai brut și mai greșit model al creșterii cunoașterii — modelul unei grămezi de enunțuri de observație care crește continuu.

Mă voi referi acum la ultimul grup de epistemologi — aceia care nu-și limitează libertatea de acțiune angajîndu-se de la început față de o anumită metodă de cercetare filozofică, ci se concentrează asupra analizei problemelor, teoriilor și procedeelor științei și, ceea ce este mai important, a discuțiilor științifice. Acest grup își poate revendica printre predecesorii săi aproape pe toți marii filozofi ai Occidentului. (El îl poate revendica ca precursor chiar și pe Berkeley, în ciuda faptului că acesta a fost, într-un sens important, un dușman al cunoașterii științifice raționale și se temea de progresele ei.) Reprezentanții lui cei mai importanți, în decursul ultimelor două secole, au fost Kant, Whewell, Mill, Peirce, Duhem, Poincaré, Meyerson, Russell și — cel puțin în unele etape ale dezvoltării gîndirii sale — Whitehead. Mulți dintre cei care aparțin acestui grup vor fi de acord că apariția cunoașterii științifice este rezultatul creșterii cunoașterii comune. Dar cu toții au descoperit că știința — ca specie a cunoașterii — poate fi cercetată mult mai ușor decît simțul comun. Pentru că ea este *cunoașterea comună într-o formă mai dezvoltată*. Adevăratele ei probleme sînt dezvoltări ale problemelor cunoașterii comune. De exemplu, problema humeană a „convingerii raționale“ („*reasonable belief*“) este înlocuită cu problema temeiurilor pentru acceptarea sau respingerea teoriilor științifice. Și întrucît avem multe relatări amănunțite ale discuțiilor cu privire la problema dacă teorii ca cele ale lui Newton, Maxwell sau Einstein trebuie să fie acceptate sau respinse, putem supune aceste discuții unei analize asemănătoare celei realizate cu un

microscop, care ne permite să cercetăm amănunţit şi obiectiv unele din cele mai importante probleme ale „convingerii raţionale".

Această abordare a problemelor epistemologiei (ca şi cele amintite mai sus) înlătură metoda pseudopsihologică sau „subiectivă" a „noii căi a ideilor" (o metodă folosită încă de Kant). Ea ne dă posibilitatea să analizăm critic nu numai discuţiile ştiinţifice, ci şi situaţiile ştiinţifice-problemă (*scientific problems situations*). Şi, în acest fel, ne poate ajuta să înţelegem istoria gîndirii ştiinţifice.

Am încercat să arăt că cele mai importante dintre problemele tradiţioanale ale epistemologiei — cele legate de *creşterea cunoaşterii* — depăşesc cele două metode standard ale analizei lingvistice şi cer analiza cunoaşterii ştiinţifice. Dar nimic nu-mi este mai străin decît intenţia de a pleda în favoarea unei noi dogme. Din păcate, şi analiza ştiinţei — „filozofia ştiinţei" — este ameninţată să degenereze într-o modă şi să devină o chestiune de specialitate. Dar filozofii nu trebuie să fie specialişti. În ce mă priveşte, mă interesează ştiinţa şi filozofia numai fiindcă doresc să învăţ ceva despre enigma lumii în care trăim şi despre enigma cunoaşterii acestei lumi de către om. Şi socot că numai o renaştere a interesului pentru aceste enigme poate salva ştiinţa şi filozofia de specializarea îngustă şi de credinţa obscurantistă în calificarea specială a expertului, în cunoaşterea şi autoritatea lui personală; o credinţă ce se potriveşte, din păcate, aşa de bine erei noastre „post-raţionaliste" şi „postcritice"[8], care se dedică cu mîndrie distrugerii tradiţiei filozofiei raţionaliste şi a gîndirii raţionale însăşi.

Penn, Buckinghamshire, în primăvara lui 1958

Mulţumiri, 1960 şi 1968

Doresc să mulţumesc d-lui David G. Nicholls, care mi-a comunicat admirabilul fragment, citat ca motto, pe care l-a descoperit în manunscrisele Acton din biblioteca Universităţii Cambridge (Add. MSS 5011:266). Retipărirea cărţii îmi oferă prilejul binevenit de a cita acest pasaj.

Vara lui 1959

În cea de a doua ediţie engleză au fost adăugate 4 anexe scurte. Am corectat unele mici greşeli şi am operat un mic număr de îmbunătăţiri de ordin lingvistic. Au fost corectate greşelile de tipar care mi-au fost aduse la cunoştinţă de Imre Lakatos, David Miller şi Alan Musgrave. Ei mi-au sugerat, de asemenea, multe articole noi pentru indexul de materii. Le sînt foarte recunoscător.

Cel mai mult îi sînt îndatorat lui Paul Bernays care, puţin timp după ce această carte a apărut în engleză, a controlat, de la un capăt la altul, axiomatizarea pe care am construit-o pentru calculul probabilităţilor, în special în noua anexă *V. Apreciez aprobarea lui mai mult decît o pot exprima în cuvinte. Aceasta nu mă absolvă, desigur, de a purta întreaga responsabilitate pentru orice greşeală pe care aş fi comis-o.

Noiembrie 1967 K.R.P.

PREFAȚĂ LA A DOUA EDIȚIE GERMANĂ

Prima ediție a acestei cărți a apărut în ediția Julius Springer din Viena în toamna anului 1934 (cu anul 1935 pe coperta interioară). Cartea era volumul al doilea, foarte comprimat, al unei lucrări nepublicate pînă acum*, cu titlul „Cele două probleme fundamentale ale teoriei cunoașterii", care expunea teoria mea asupra cunoașterii. Forma prezentării este, în parte, cea a unei confruntări cu așa-numitul pozitivism logic al „Cercului de la Viena" — un cerc de discuții al prietenilor lui Moritz Schlick, care ocupa atunci catedra Universității din Viena consacrată în mod tradițional, datorită influenței lui Ernst Mach, filozofiei științelor. Victor Kraft, care a devenit mai tîrziu succesorul lui Schlick și era unul din membrii Cercului de la Viena, a înfățișat într-o carte istoria acestui cerc[9].

Deși audiam prelegerile lui Schlick, nu am fost niciodată membru al cercului său; eram însă din 1924 în contact personal cu unii din membrii săi de mai tîrziu — cu Heinrich Gomperz, Victor Kraft, Edgar Zilsel și Otto Neurath; iar în 1931 l-am întîlnit pe un alt membru al cercului, Herbert Feigl, care m-a încurajat să fac cunoscute publicului ideile la care lucram de mulți ani, drept care am scris *Cele două probleme fundamentale ale teoriei cunoașterii*. Feigl mi-a făcut cunoștință cu Carnap și Gödel și am avut posibilitatea să-mi dezvolt ideile în cîteva expuneri ținute în fața membrilor Cercului de la Viena.

Aceste observații explică de ce confruntările critice cu ideile Cercului de la Viena joacă un rol relativ mare în această carte.

În anii 1935—36 țineam prelegeri în Anglia, iar la sfîrșitul lui 1936 am acceptat o catedră în Noua Zeelandă. Fiindcă de atunci am activat aproape exclusiv în țări de limbă engleză, și prefața din 1959 la ediția engleză se referă critic mai ales la situația teoriei cunoașterii în Anglia și America.

Teoria cunoașterii din Anglia este influențată puternic și astăzi de marea tradiție legată de numele lui Locke, Berkeley, Hume și Mill; aceasta se poate vedea cu deosebire în scrierile lui Bertrand Russell, maestrul neegalat al clarității, simplității și umorului în filozofie. Față de această mare tradiție mă găsesc în antiteză prin aceea că socot anumite contribuții ale lui Kant la teoria cunoașterii ca fundamentale, ba chiar de-a dreptul hotărîtoare, deși nu cred că există propoziții sintetice a căror valabilitate să poată fi recunoscută sau întemeiată *a priori*. Socot că printre propozițiile sintetice (și adevărate) există atît ipoteze empiric testabile, care aparțin, prin urmare, științelor naturii, cît și propoziții care *nu* sînt empiric testabile și pot fi calificate ca „metafizice".

---

* Lucrarea a apărut recent: Karl R. Popper, *Die beide Grundprobleme den Erkenntnistheorie*, Hrsgb. Troels Eggers Hansen, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen 1979 (N. T.).

Pentru întemeierea ultimelor nu avem la dispoziție, după părerea mea, argumente mai puternice, ci numai argumente mai slabe: ele nu sînt, ce-i drept, ipoteze empirice, dar nu sînt din această cauză în mai mică măsură, ci în mai mare măsură „ipotetice" — în sensul de „nesigure" — decît ipotezele științifice. Toate cunoștiințele noastre cu caracter sintetic constau din conjecturi[10] iar granița dintre propozițiile analitice și sintetice[11] *poate* fi trasată, ce-i drept, destul de precis — în cazul unor teorii formulate precis sau formalizate — deși este adesea imprecisă în activitatea științifică practică. (Cf. mai jos, în paragraful 20, observațiile despre „stratagema convenționalistă").

Kant credea că ar exista o „știință pură a naturii" care ar fi în același timp sintetică și *a priori* valabilă și, prin urmare, *sigură*. El credea aceasta fiindcă considera, pe bună dreptate, că (1) fizica lui Newton nu putea fi întemeiată pe o colecție de propoziții de observație. El credea de asemenea, ceea ce pentru epoca lui era inevitabil, că (2) fizica lui Newton ar fi adevărată[12]. Aceste două teze implică împreună valabilitatea a priori a fizicii lui Newton, așa cum este ea afirmată, de exemplu, de Kant în *Principiile metafizice ale științelor naturii* (1785). Dar noi am învățat de la Einstein că fizica lui Newton este, în anumite condiții, falsă; și aceasta înseamnă o schimbare totală a situației problemelor față de cea pe care a găsit-o Kant. Astfel noi putem rezolva astăzi problema lui Kant recunoscînd caracterul fundamental ipotetic al teoriilor științelor naturii (și cu atît mai mult al metafizicii). Am dezvoltat această idee mai detaliat într-un articol din revista „*Ratio*" (vol. 1, nr. 2)[13].

În ceea ce privește filozofia germană postkantiană, tot ce provine de la Fichte, Schelling și Hegel mi se pare greșit[14]. Am dezvoltat de mai multe ori argumentele mele în sprijinul acestei păreri, de exemplu în conferința *Kant: filozoful secolului luminilor*, tipărită în cartea mea *Vraja lui Platon* (*Societatea deschisă și inamicii ei*, vol. I)[15]. Aceste căi greșite au dus, prin esențialismul lui Husserl, la existențialismul modern. Ele au dus, în cele din urmă, la faptul că în epoca noastră Kant și iluminismul să fie considerate, în general, ca lucruri demodate. La care se poate răspunde doar: Cu atît mai rău pentru epoca noastră!

Penn, Buckinghamshire, în primăvara anului 1963

PREFAȚĂ LA A TREIA EDIȚIE GERMANĂ

Teoria cunoașterii, ca și filozofia în general, are nevoie de o *apologia pro vita sua* — o apărare a dreptului ei la existență. Căci ceea ce are filozofia pe conștiință de la moartea lui Kant, atît din punct de vedere intelectual, cît și din punct de vedere moral, reprezintă o grea învinuire.

Există însă un argument în apărarea filozofiei. El este următorul: toți oamenii au o filozofie, fie că o știu, fie că nu. Sînt de acord că aceste filozofii ale noastre, toate împreună, nu au o mare valoare. Dar influența lor asupra gîndirii și acțiunii noastre este adesea de-a dreptul copleșitoare. Datorită acestui fapt devine necesar să examinăm *critic* filozofiile noastre. *Aceasta este misiunea filozofiei*: și în aceasta constă apărarea ei.

Cît privește țelul pe care îl urmărește, această sarcină este mai puțin lipsită de modestie decît multe alte sarcini pe care și le-a propus filozofia. Dar ea poate fi îndeplinită numai dacă învățăm să vorbim și să scriem cît mai clar și mai simplu cu putință. Cultul neclarității, astăzi la modă, trebuie să fie abandonat iar expresionismul filozofic trebuie să fie înlocuit cu o atitudine critică și rațională. Nu de cuvinte este vorba, ci de argumente care pot fi criticate.

Tot astfel cum fiecare are propria sa filozofie, fiecare are și o teorie a cunoașterii — de obicei una inconștientă; și multe pledează pentru punctul de vedere că epistemologiile noastre au o influență hotărîtoare asupra filozofiilor noastre. Problema fundamentală a teoriei cunoașterii este: Putem oare să cunoaștem într-adevăr ceva? (sau, în formularea lui Kant: Ce pot să cunosc?[16].

Am încercat acum 35 de ani, în cartea de față, să răspund la această întrebare. Răspunsul meu nu este pesimist, relativist sau „sceptic" (în sensul folosirii moderne a cuvîntului „sceptic"). El arată că putem învăța din greșelile noastre. *O apropiere de adevăr este posibilă.* Acesta era răspunsul pe care l-am dat pesimismului gnoseologic. Dădeam însă și un răspuns optimismului gnoseologic[17]: Cunoștințele sigure ne sînt refuzate. *Știința noastră este formulare și critică a conjecturilor* (kritisches Raten); *o rețea de ipoteze, o țesătură de presupuneri.*

Această înțelegere îndeamnă la modestie intelectuală. În domeniul intelectual — și îndeosebi în filozofie — este valabilă, în ciuda lui Goethe, zicala că „numai calicii sînt lipsiți de modestie".

Aceasta mi-a devenit cu deosebire clar cînd am descoperit că viziunea gnoseologică pe care am formulat-o în 1934 a fost anticipată acum 2 500 de ani de către Xenofan.

Zeii nu au dezvăluit muritorilor totul de la început
Ci noi, căutînd în decursul timpului, găsim ceea ce este mai bun.
Adevăruri sigure despre zei şi despre toate lucrurile de care vorbesc eu
Nu a cunoscut şi nu va cunoaşte nici un om
Şi chiar dacă cineva ar vesti cîndva cel mai desăvîrşit adevăr,
El însuşi nu şi-ar da seama de aceasta, căci totul este urzit din opinie.

Cînd, la 25 de ani după prima apariţie, această carte a apărut din nou în Anglia şi America, am dedicat-o soţiei mele. Numai energiei ei i se datorește faptul că a fost tradusă; căci eu eram interesat doar în dezvoltarea mai departe a ideilor ei.

La o a doua ediţie germană s-a ajuns mai ales datorită iniţiativei lui Erik Boettcher şi Hans Albert. Pentru apariţia unei a treia ediţii este, cred, răspunzător Hans Albert; dacă punctul de vedere al raționalismului critic[18] nu mai este astăzi în Germania ceva atît de rar, aceasta se datorează în cea mai mare parte scrierilor sale.

Aş dori să mulţumesc aici, încă o dată, la cinci vechi prieteni. Victor Kraft m-a încurajat mereu, din 1926, prin aprobarea sa. Herbert Feigl m-a sfătuit, în 1931, să-mi public ideile. Friedrich von Hayek le-a aplicat științelor sociale, iar Ernest Gombrich la teoria artei. Paul Bernays şi-a dat osteneala să citească pînă la capăt deducţia pe care am dat-o calculului probabilităţii (vezi anexele*2, *3, *4, *5) la scurt timp după publicarea ei, ceea ce, după știința mea, nu a făcut nimeni altcineva.

Penn, Buckinghamshire, în toamna anului 1965.

Partea întîi

INTRODUCERE ÎN LOGICA ŞTIINŢEI

Modus tollens al deducţiilor logice, în care se conchide de la concluzii spre premise, demonstrează nu numai cu rigoare, ci şi cu extrem de mare uşurinţă. Căci, dacă dintr-o propoziţie poate fi derivată fie şi o singură consecinţă falsă, propoziţia este falsă.

KANT

CAPITOLUL I

PRIVIRE GENERALĂ ASUPRA UNOR PROBLEME FUNDAMENTALE

Activitatea cercetătorului științific (indiferent dacă este teoretician sau experimentator) constă în a formula și a controla (testa) sistematic enunțuri[19] și sisteme de enunțuri; în științele empirice[20] în speță, el construiește ipoteze, sisteme teoretice, pe care le confruntă cu experiența, prin observație și experiment.

Socotesc că sarcina logicii cercetării sau a logicii cunoașterii trebuie să constea în analiza logică a acestui procedeu, a metodei de cercetare a științelor empirice[21].

Care sînt însă metodele științelor empirice? Ce numim noi „știință empirică“?

1. *Problema inducției*

Științele empirice pot fi caracterizate, după o concepție larg răspîndită, dar neîmpărtășită de mine, prin așa-numita *metodă inductivă*. Potrivit acestui punct de vedere, logica cercetării ar fi identică cu logica inductivă, cu analiza logică a metodei inductive.

Se obișnuiește să se caracterizeze ca „inductivă“ o inferență de la *enunțuri singulare* (numite uneori și enunțuri „particulare“), care descriu, de exemplu, observații, experimente ș.a.m.d., la *enunțuri universale*, la ipoteze sau teorii[22].

Este însă departe de a fi ceva de la sine înțeles că sîntem îndreptățiți să inferăm enunțuri universale din enunțuri singulare, oricît de numeroase ar fi acestea; o concluzie trasă în acest fel se poate dovedi oricînd falsă: după cum se știe, oricîte lebede albe am observa, aceasta nu ne îndreptățește să tragem concluzia că *toate* lebedele sînt albe[23].

Întrebarea dacă și în ce condiții sînt îndreptățite raționamente inductive este cunoscută sub numele de *problema inducției*.

Problema inducției poate fi formulată și ca problemă a valabilității (*Geltung*) enunțurilor universale ale științelor empirice, a ipotezelor și sistemelor teoretice. Căci aceste enunțuri trebuie „să fie valabile pe baza experienței“; iar experiențele (observații, rezultate ale experimentelor) pot fi exprimate numai prin enunțuri singulare. Cînd se vorbește de „valabilitatea empirică“ a unui enunț universal se are în vedere că aceasta constă în raportul său cu enunțuri singulare, și poate să fie întemeiată deci prin inferențe inductive.

Întrebarea cu privire la valabilitatea legilor naturii[24] este, astfel, doar o altă formă a întrebării privitoare la justificarea logică a inferențelor inductive.

Dacă dorim să justificăm, deci, într-un fel oarecare, inferențele inductive trebuie să formulăm un *principiu al inducției*, adică un enunț care să ne permită să reconstruim inferențele inductive într-o formă logică acceptabilă. După părerea reprezentanților logicii inductive, un asemenea principiu al inducției este de cea mai mare importanță pentru metoda științei: „... acest principiu decide asupra adevărului teoriilor științifice. A-l elimina din știință, ar însemna, nici mai mult nici mai puțin, decît să lipsim știința de puterea de a decide asupra adevărului sau falsității teoriilor. Este însă clar că, în acest caz, știința nu va mai avea temeiuri să-și deosebească teoriile de creațiile arbitrare ale poetului"[1].

Un astfel de principiu al inducției nu poate să fie o tautologie logică, un enunț analitic; dacă ar exista un principiu tautologic al inducției, atunci nu ar mai exista nici o problemă a inducției; căci inferențele inductive ar fi atunci ca și inferențele deductive, transformări tautologice. Principiul inducției trebuie, prin urmare, să fie un enunț sintetic, un enunț a cărui negație nu este contradictorie, ci logic posibilă. Problema este ce temeiuri avem pentru a formula un asemenea principiu, adică cum poate fi el *justificat* din punct de vedere științific.

Ce-i drept, reprezentanții logicii inductive subliniază „că principiul inducției este recunoscut fără rezerve de întreaga știință și că nu există vreun om care să pună la îndoială în mod serios acest principiu pentru viața de fiecare zi"[2]; dar chiar dacă ar fi așa — și „întreaga știință" se poate, la urma urmei, înșela — și atunci aș susține punctul de vedere că introducerea unui principiu al inducției este inutilă și trebuie să ducă la contradicție logică.

Că asemenea contradicții sînt greu de ocolit este (de la Hume) în afara oricărei îndoieli*[1]: Principiul inducției poate fi, desigur, numai un *enunț universal*; și atunci, dacă se încearcă conceperea lui ca un enunț „empiric valabil", apare din nou aceeași întrebare, care a determinat introducerea lui. Căci pentru a justifica principiul inducției va trebui să facem apel la inferențe inductive; iar pentru justificarea acestora va trebui să presupunem un principiu al inducției de ordin superior ș.a.m.d. Încercarea de a întemeia principiul inducției pe experiență eșuează, deci, prin aceea că implică un *regres la infinit*.

O ieșire forțată din această dificultate a încercat Kant prin aceea că a considerat principiul inducției (pe care l-a numit „principiul cauzalității universale") ca „valabil a priori". Nu cred însă că încercarea lui ingenioasă de a *întemeia a priori* judecăți sintetice a reușit.

Dificultățile logicii inductive, indicate aici, sînt, cred, de neînvins: aprecierea este valabilă și pentru punctul de vedere cel mai răspîndit astăzi,

[1] H. REICHENBACH, „*Erkenntnis*", *1*, 1930, p. 186 (Cf. de asemenea p. 64 și urm.). Cf. penultimul paragraf al cap. XII, despre Hume, din *History of Western Philosophy* a lui B. RUSSELL, 1946, p. 699.

[2] REICHENBACH, „*Erkenntnis*", *1*, 1930, p. 67.

*[1] Pasajele hotărîtoare din HUME sînt citate în anexa *VII, notele 4, 5 și 6 din subsol; vezi și nota 2 la paragraful 81.

că inferenţele inductive, deşi nu posedă o „valabilitate strictă", pot să atingă totuşi un anumit *grad de „siguranţă"* sau *„probabilitate"*. Raţionamentele inductive ar fi „inferenţe probabiliste"[3]. „Am spus că principiul inducţiei constituie instrumentul pentru decizia asupra adevărului în ştiinţă. Mai exact ar fi să spunem că el serveşte la luarea unei decizii asupra probabilităţii. Căci adevărul şi falsitatea nu reprezintă... alternativa ştiinţei; propoziţiile ştiinţifice pot atinge doar grade de probabilitate continue, ale căror limite superioară şi inferioară, inaccesibile, sînt adevărul şi falsitatea"[4].

Pot să trec cu vederea aici că reprezentanţii logicii inductive care susţin această concepţie aplică un concept de probabilitate pe care îl voi respinge ca fiind extrem de nepotrivit, chiar şi pentru scopurile lor (vezi paragraful 80); aceasta fiindcă dificultăţile amintite mai sus nu sînt în nici un fel înlăturate prin referirea la „probabilitate". Căci, dacă atribuim enunţurilor obţinute prin inferenţă inductivă un anumit grad de probabilitate, această atribuire va trebui judecată prin invocarea unui nou principiu al inducţiei — modificat în mod corespunzător, iar acest principiu va trebui să fie justificat la rîndul lui ş.a.m.d. Nimic nu se schimbă, în fine, dacă însuşi principiul inducţiei este considerat a fi nu „adevărat", ci doar „probabil". Ca şi orice altă formă a „logicii inductive", „logica probabilistă" conduce fie la un regres la infinit, fie la apriorism*[2].

Concepţia mea, care va fi dezvoltată în cele ce urmează, este în netă opoziţie cu toate încercările de logică inductivă; ea poate fi caracterizată ca o *teorie despre metoda deductivă a testării (Nachprüfung)*(25).

Pentru a putea discuta această concepţie (deductivistă[5]), este necesar să clarificăm opoziţia dintre *psihologia empirică a cunoaşterii*, care operează cu fapte empirice, şi *logica cunoaşterii*, care nu se interesează decît de corelaţii logice; căci prejudecăţile logicii inductive sînt legate de confundarea problemelor psihologice cu cele epistemologice[26], ceea ce, în treacăt fie spus, are urmări neplăcute nu numai pentru teoria cunoaşterii, ci şi pentru psihologie.

2. *Eliminarea psihologismului*

Am caracterizat, mai sus, activitatea cercetătorului ştiinţific spunînd că el formulează şi testează teorii.

---

[3] Cf. J. M. KEYNES, *A Treatise on Probability*, 1921; O. KÜLPE, *Vorlesungen über Logik*, vom Selz, 1923; REICHENBACH (care vorbeşte de „implicaţii probabiliste"); *Axiomatik der Wahrscheinlichkeitsrechnung*, „*Mathem. Zeitschr.*", *34*, 1932 (şi multe alte lucrări).

[4] REICHENBACH, „*Erkenntnis*", *1*, 1930, p. 186.

*[2] O formulare mai amănunţită a acestei critici se găseşte în capitolul X, îndeosebi în nota 2 din paragraful 81, şi în capitolul *II al *Postscriptum-ului*.

[5] Primul care a respins metoda inductivă de pe poziţiile cercetării empirice pare să fi fost LIEBIG (*Induktion und Deduktion*, 1865); el îl critică pe Bacon. Puncte de vedere pronunţat „*deductiviste*" susţin P. DUHEM, *La théorie physique; son objet et sa structure*, 1906 (există însă în cartea lui Duhem şi opinii inductiviste, de exemplu, în capitolul al treilea al părţii întîi, unde aflăm că numai experienţa, inducţia şi generalizarea l-au condus pe Descartes la legea refracţiei) şi V. KRAFT, *Die Grundformen der wissenschaftlichen Methoden*, 1925; vezi de asemenea R. CARNAP, „*Erkenntnis*", *2*, 1932, p. 440.

O analiză logică a primei părți a acestei activități, inventarea teoriilor, nu mi se pare nici posibilă, nici necesară. Întrebarea cum se întîmplă ca să-i vină cuiva o idee nouă — fie o temă muzicală, fie un conflict dramatic sau o teorie științifică — interesează psihologia empirică și nu logica cunoașterii. Aceasta din urmă nu se interesează de *probleme de fapt* (Kant: „quid facti"), ci numai de *probleme de drept* sau de valabilitate („quid juris") — adică de probleme de tipul următor: dacă și cum poate fi întemeiat un enunț; dacă este testabil (empiric controlabil); dacă depinde logic de alte enunțuri sau este în contradicție cu ele ș.a.m.d. Pentru ca un enunț să poată fi examinat din punctul de vedere al logicii cunoașterii, în acest fel, el trebuie să existe deja; cineva trebuie să-l fi formulat, să-l fi propus discuției logice.

Doresc deci să disting net între procesul genezei unei idei, pe de o parte, și metodele și rezultatele discuției ei logice, pe de altă parte, și să stărui asupra faptului că definesc sarcina teoriei cunoașterii astfel încît ea are de examinat numai metodele testării sistematice, căreia trebuie să-i fie supusă orice idee, dacă e să fie luată în serios[27].

S-ar putea obiecta că ar fi mai potrivit să definim sarcina teoriei cunoașterii în așa fel, încît ea să cuprindă și „reconstrucția rațională" a procesului descoperirii, a procesului producerii unei noi cunoștințe. Problema este însă *ce anume* vrem să reconstruim: dacă este vorba de reconstruirea proceselor de *producere (Auslösung)* a unei idei noi, voi respinge propunerea de a vedea în aceasta sarcina logicii cunoașterii. Cred că aceste procese pot fi examinate numai de psihologia empirică și au puțin de a face cu logica[28]. Altfel stau lucrurile dacă este vorba de reconstrucția rațională a procesului ulterior, cel al testării, proces în care se probează că ideea este o descoperire, o cunoștință științifică autentică. În măsura în care cercetătorul își evaluează critic ideea, o modifică sau o respinge, analiza metodologică pe care o voi întreprinde poate fi considerată și ca „reconstrucție rațională" a proceselor psihice de gîndire corespunzătoare. Reconstrucția nu descrie aceste procese așa cum se petrec de fapt; ea oferă numai un schelet logic al procedeului testării. Tocmai aceasta trebuie însă să înțelegem prin reconstrucția rațională a unui proces de cunoaștere.

Punctul de vedere pe care îl adopt (față de care rezultatele cercetărilor mele sînt însă independente), că nu există o metodă logică, un demers susceptibil să fie reconstruit rațional, prin care putem descoperi ceva nou, este exprimat deseori spunîndu-se că orice descoperire ar cuprinde un „moment irațional", ar fi o „intuiție creatoare" (în sensul lui Bergson); într-un fel asemănător vorbește Einstein despre „... căutarea acelor legi de cel mai înalt nivel de generalitate... din care poate fi obținută, prin pură deducție, o imagine asupra lumii. La aceste legi ... nu duce nici un drum logic, ci numai o intuiție bazată pe ceva de tipul unei contopiri *(Einfühlung)* cu obiectele experienței"[1].

---

[1] Vezi A. EINSTEIN, *Ansprache zu Max Planck 60. Geburtstag.* Pasajul citat începe cu cuvintele: „Misiunea supremă a fizicianului este deci căutarea..." ș.a.m.d. (citat după EINSTEIN, *Mein Weltbild,* 1934, p. 168). Idei asemănătoare a formulat mai întîi Liebig, în lucrarea citată; cf. de asemenea E. MACH, *Prinzipien der Wärmelehre,* 1896, p. 443 și urm.

3. *Testarea deductivă a teoriilor*

Metoda testării critice a teoriilor, a selecţiei lor pe baza rezultatelor testelor, este, după părerea mea, întotdeauna următoarea: din ideea nouă, încă neîntemeiată în vreun fel — o anticipare, o ipoteză, un sistem teoretic —, sînt derivate, pe cale logic-deductivă, consecinţe. Aceste consecinţe sînt comparate unele cu celelalte şi cu alte enunţuri, stabilindu-se astfel ce relaţii logice (de exemplu echivalenţă, derivabilitate, compatibilitate, contradicţie) există între ele.

Pot fi deosebite patru direcţii de realizare a testării unui sistem teoretic: compararea logică a consecinţelor una cu alta, prin care sistemul este cercetat din punctul de vedere al consistenţei sale interne; o examinare a formei logice a teoriei cu scopul de a stabili dacă ea are caracterul unei teorii a ştiinţei empirice, deci dacă nu este, de exemplu, tautologică; compararea cu alte teorii, pentru a stabili, între altele, dacă teoria ce urmează a fi testată, în cazul că ar trece cu succes testele, ar putea fi evaluată ca un progres ştiinţific; în sfîrşit, testarea teoriei prin „aplicarea empirică" a consecinţelor derivate din ea.

Acest ultim test trebuie să stabilească dacă noile consecinţe, deduse din teorie, se susţin şi practic, de exemplu în experimente ştiinţifice sau în aplicaţii practice cu caracter tehnic. Şi aici procedura testării este una deductivă: din sistem vor fi deduse (prin utilizarea unor enunţuri deja admise) consecinţe singulare („predicţii"[29]), în special asemenea consecinţe care sînt uşor testabile, respectiv uşor aplicabile. Dintre aceste consecinţe vor fi alese îndeosebi acelea care nu pot fi derivate din sistemele teoretice cunoscute, şi mai ales cele care sînt în contradicţie cu ele. Asupra acestor consecinţe — şi a altora — se va decide acum prin raportare la aplicaţiile practice, la experimente ş.a.m.d. Dacă verdictul este pozitiv, dacă consecinţele singulare vor fi acceptate, *verificate (verifiziert)*, înseamnă că sistemul a trecut, pentru moment, cu succes testul; nu avem nici un motiv să-l respingem. Dacă însă verdictul este negativ, dacă consecinţele vor fi *falsificate (falsifiziert)*[30], falsificarea va afecta şi sistemul din care au fost deduse.

Verdictul pozitiv poate sprijini sistemul numai provizoriu; acesta poate oricînd, mai tîrziu, să fie răsturnat. Atît timp cît un sistem rezistă unor testări deductive amănunţite şi severe şi nu este depăşit de dezvoltarea progresivă a ştiinţei spunem că el este *coroborat**1.

Elemente de logică inductivă nu intervin în procesul schiţat aici; niciodată nu conchidem de la adevărul enunţurilor singulare la adevărul teoriilor. Prin consecinţele lor verificate *(durch ihre verifizierten Folgerungen)*, nu poate fi dovedit niciodată nici „adevărul", nici măcar „probabilitatea" teoriilor[31].

---

*1 Cu privire la acest termen, vezi nota *1 din paragraful 79 şi paragraful 29 din *Postscriptum*.

În această carte, vor fi analizate mai amănunțit metodele testării deductive, indicate aici doar pe scurt. Se va arăta că în acest cadru pot fi clarificate toate problemele numite de obicei „epistemologice" și că deci întreaga problematică a logicii inductive poate fi eliminată fără ca prin aceasta să apară noi greutăți.

4. *Problema demarcației*

Cea mai gravă dintre obiecțiile care pot fi ridicate împotriva respingerii metodei inductive este aceea că renunțăm prin aceasta la un semn distinctiv, după cît se pare hotărîtor, al științei empirice și că în acest fel ia naștere pericolul unei alunecări (*Abgleitens*) a științelor empirice în metafizică. Ceea ce mă determină însă să resping logica inductivă este tocmai faptul că nu pot vedea în această metodă inductivă un *criteriu de demarcație* adecvat, adică un semn distinctiv al caracterului empiric, nemetafizic al unui sistem teoretic.

Problema de a găsi un asemenea criteriu, care ne dă posibilitatea de a delimita știința empirică față de matematică și logică, dar și față de sistemele „metafizice", o caracterizez ca *problemă a demarcației*[1].

Încă Hume a văzut această problemă și a încercat să o rezolve[2], dar abia de la Kant a fost pusă ea în centrul problematicii teoriei cunoașterii. Dacă caracterizăm (după Kant) problema inducției ca „problema lui Hume", am putea numi problema demarcației „problema lui Kant".

Dintre aceste două probleme, la care pot fi reduse aproape toate celelalte probleme ale teoriei cunoașterii, problema demarcației este mai fundamentală. Preferința teoriei empiriste a cunoașterii pentru „metoda inducției" poate fi explicată firesc prin convingerea adepților ei că această metodă oferă un criteriu adecvat de demarcație; cu deosebire este valabilă această afirmație pentru acele orientări empiriste reunite de obicei sub termenul de „pozitivism".

Pozitivismul mai vechi recunoștea ca științifice numai acele *concepte* (noțiuni, idei) care „își au originea în experiență"; adică acelea despre care credea că sînt logic reductibile la aspecte elementare ale experienței (senzații, impresii, percepții, reprezentări). Noul pozitivism vede mai limpede că știința nu este un sistem de concepte, ci un sistem de *enunțuri**[1]

---

[1] În legătură cu acest pasaj (precum și cu paragrafele 1–6 și 13–24) a se vedea nota mea din „*Erkenntnis*", *3*, 1933, p. 426, care este retipărită aici în anexa *[1].

[2] Cf. ultima propoziție a cărții sale *Enquiry Concerning Human Understanding*. *Compară aliniatul următor de exemplu cu citatul din Reichenbach, dat în paragraful 1.

*[1] După cum văd lucrurile acum, am supraapreciat „noul pozitivism", cînd am scris acest aliniat. Ar fi trebuit să mă gîndesc că începutul promițător, din acest punct de vedere, al *Tractatus*-ului lui Wittgenstein — „Lumea este totalitatea faptelor, nu a lucrurilor" — este anulat prin sfîrșitul acestei lucrări, unde Wittgenstein îl condamnă pe acela care „nu a dat anumitor semne în propozițiile sale nici o semnificație". Vezi și cartea mea, *The Open Society and its Enemies*, vol. II, cap. 11, paragraful 2 și capitolul *1 din *Postscriptum*, mai ales paragrafele *11 (nota 5), *24 (ultimele 5 aliniate) și *25.

și vrea să recunoască drept „științifice“ sau „legitime“ numai acele enunțuri care pot fi reduse la enunțuri elementare de experiență (la „judecăți de percepție“, „propoziții atomare“, „propoziții protocol“ sau altele asemenea)*2. Este clar că acest criteriu de demarcație este identic cu cerința de la care pornește logica inductivă[32].

Prin respingerea logicii inductive devin inutilizabile și aceste încercări de demarcație. Odată cu această respingere, problema delimitării primește însă pentru mine o semnificație sporită. Rezolvarea sarcinii de a oferi un criteriu de demarcație utilizabil este hotărîtoare pentru orice teorie neinductivistă a cunoașterii.

Pozitivismul concepe de obicei problema delimitării într-un mod „naturalist“: nu ca problema adoptării unei convenții adecvate, ci ca problemă a unei deosebiri existente, pentru a spune așa, „de la natură“ între știința empirică și metafizică. El încearcă neîncetat să dovedească că metafizica este vorbărie lipsită de sens — „sofistică și iluzie“ (cum spune Hume) — care merită să fie „aruncată la foc“*3.

Atîta vreme cît prin expresia „*lipsit de sens*“ (*sinnlos*) nu se înțelege prin definiție nimic altceva decît „ceea ce nu este de domeniul științei empirice“, caracterizarea metafizicii prin termenul „lipsit de sens“ este banală; căci metafizica a fost definită de cele mai multe ori ca ceva neempiric. Bineînțeles însă că pozitivismul credea că poate spune despre metafizică mult mai mult decît că unele din enunțurile ei sînt neempirice. Fără îndoială, expresia „lipsit de sens“ conține o apreciere defavorabilă: ceea ce își propun pozitiviștii nu este numai o delimitare, ci depășirea (Überwindung)3 și nimicirea metafizicii. Totuși, acolo unde pozitivismul încerca să-și precizeze propriul său concept de „sens“, străduințele sale țintesc în principal să definească „propozițiile cu sens“ (în opoziție cu „pseudopropozițiile lipsite de sens) prin criteriul logic inductiv de delimitare formulat mai sus.

Deosebit de limpede se vede aceasta la Wittgenstein, la care fiecare „propoziție cu sens“ trebuie să fie logic reductibilă la „propoziții elementare“4, caracterizate, ca de altfel toate „propozițiile cu sens“, ca „imagini ale realității“ („Bilder der Wirklichkeit“)5. Criteriul de sens al lui Wittgenstein concordă deci cu criteriul de demarcație al logicii inductive, caracterizat mai

*2 Desigur, nu este vorba aici de denumiri. Am introdus noua denumire „enunț de bază“ (Basissatz) (vezi mai jos, paragrafele 7 și 28), fiindcă nu am vrut să folosesc o expresie împovărată cu semnificații colaterale ca „enunț perceptual“. Din păcate, acest nou termen a fost preluat îndată de alții, și aplicat exact cu acea semnificație pe care doream s-o exclud. Vezi și *Adaosul* din 1968 la paragraful 30 și *Postscriptum*, paragraful *79.

*3 În felul acesta Hume condamna propria sa carte *Enquiry*, în ultimele ei pagini, tot așa cum, mai tîrziu, Wittgenstein condamna, pe ultima pagină, propriul său *Tractatus*. (Vezi nota 2 la paragraful 10.)

3 CARNAP, „*Erkenntnis*“, 2, 1932, p. 219 și urm. Deja Mill aplică expresia „lipsit de sens“ într-un mod asemănător, * fără îndoială sub influența lui Comte; vezi COMTE, *Early Essays on Social Philosophy*, ed. H. D. Hutton, 1911, p. 223. Vezi și cartea mea, *The Open Society and Its Enemies*, nota 51 la cap. 1, vol. II.

4 L. WITTGENSTEIN, *Tractatus Logico-Philosophicus*. (1918/1922), propoziția 5. * Fiindcă cele de mai sus au fost scrise în 1934, mă refer aici numai la *Tractatus*. („Se arată“ — „Es zeigt sich“ — este una din expresiile preferate ale lui Wittgenstein în această lucrare.)

5 WITTGENSTEIN, *op. cit.*, propozițiile 4,01, 4,03, 2,221.

sus, dacă înlocuim cuvintele „științific" sau „legitim" prin cuvintele „cu sens". Această încercare de delimitare eșuează însă tocmai în fața problemei inducției. Radicalismul pozitivist distruge odată cu metafizica și științele naturii. Căci nici legile naturii nu sînt *logic* reductibile la enunțuri elementare de experiență. Dacă criteriul de sens a lui Wittgenstein este aplicat cu consecvență, atunci și legile naturii, a căror cercetare constituie „sarcina supremă a fizicianului" (Einstein[6]), sînt lipsite de sens, adică nu sînt enunțuri veritabile (legitime). Încercarea lui Wittgenstein de a arăta că problema inducției este „lipsită de obiect", că este o pseudo-problemă, a fost formulată de Schlick*[4] în următoarele cuvinte: „Problema inducției constă în întrebarea cu privire la justificarea logică a *enunțurilor generale* asupra realității... Recunoaștem, împreună cu Hume, că nu există o asemenea justificare logică; nu poate să existe o asemenea justificare, fiindcă ele *nu sînt enunțuri veritabile*"[7].

Criteriul de demarcație logic inductiv nu duce, deci, la o delimitare, ci la punerea pe aceeași treaptă a sistemelor teoretice din științele naturii și a celor metafizice (căci, din punctul de vedere al dogmei pozitiviste a sensului, ambele cuprind numai pseudoenunțuri); nu la o eliminare, ci la o invazie a metafizicii în științele naturii[8].

În opoziție cu aceste încercări „antimetafizice", consider că sarcina nu constă în a depăși metafizica, ci în a caracteriza în mod adecvat știința empirică, în a *defini* conceptele „știință empirică" și „metafizică", și anume în așa fel, încît pe temeiul acestei caracterizări să putem spune despre un sistem de enunțuri dacă cercetarea sa mai îndeaproape este sau nu de interes pentru știința empirică.

Criteriul meu de demarcație trebuie deci considerat ca o *propunere pentru o convenție* (Festsetzung)[33]. Cu privire la utilitatea unei anumite conven-

---

[6] Vezi nota 1 la paragraful 2.

*[4] Ideea de a trata legile științifice ca pseudopropoziții — și de a rezolva în acest fel problema inducției — a fost atribuită de Schlick lui Wittgenstein. (Vezi cartea mea, *The Open Society and its Enemies*, notele 46 și 51 la cap. 1, vol. II.) Dar această idee este în realitate mult mai veche. Ea aparține bagajului de idei tradițional al instrumentalismului, ale cărui origini pot fi urmărite pînă la Berkeley și chiar mai departe în trecut. (Vezi de exemplu lucrarea mea, *Three Views Concerning Human Knowledge*, 1956, precum și *A Note on Berkeley as a Precursor of Mach*, 1953. Ambele sînt cuprinse în volumul *Conjectures and Refutations*, 1963. Alte observații cu privire la această temă se găsesc în nota *1 a paragrafului 12. Problema este tratată și în *Postscriptum*-ul meu, în paragrafele *11—*14 și *19—*26.)

[7] M. Schlick, „*Naturwissenschaften*", *19*, 1931, p. 156 (în original fără cursive). Schlick scrie despre legile naturii (*Ibidem*, p. 151): „S-a remarcat adeseori că nu se poate vorbi despre o verificare (*Verifikation*) absolută a unei legi, că noi, pentru a spune așa, facem întotdeauna tacit rezerva că ea va putea să fie modificată pe temeiul unor experiențe ulterioare. Dacă, în afară de aceasta, mi se permite să mai spun cîteva cuvinte despre aspectul logic, împrejurarea amintită mai sus semnifică că o lege a naturii nu are în esență caracterul unui „enunț" („*Aussage*"), ci reprezintă mai degrabă „o indicație pentru formarea enunțurilor" *(„Formarea" ar trebui să cuprindă, fără îndoială, transformarea și derivarea). După Schlick, această teorie a constituit obiectul unei comunicări cu caracter personal, pe care i-a făcut-o Wittgenstein. Vezi și paragraful 12 din *Postscriptum*.

[8] Vezi și paragraful 78 (de exemplu nota 1). * Vezi și lucrarea mea, *The Open Society and Its Enemies*, notele 46, 51 și 52 la cap. 1, vol. II, și contribuția mea la volumul *Carnap* din *Library of Living Philosophers* (ed. de A. SCHILPP), precum și cap. 11 din *Conjectures and Refutations*.

ţii pot exista păreri diferite; o luptă de opinii raţională, bazată pe argumente, poate avea loc însă numai între cei care urmăresc acelaşi scop; alegerea scopului este însă o chestiune de opţiune, opţiune asupra căreia nu poate exista o discuţie cu argumente*[5]. Cine aşadar vede scopul, misiunea ştiinţei empirice în formularea unui sistem de enunţuri adevărate, absolut asigurate, irevocabile[9], acela va trebui să respingă propunerile de definiţie pe care le voi face aici; tot aşa, cel care caută „esenţa ştiinţei... în demnitatea ei" şi o găseşte pe aceasta în „totalitate", în „adevărul şi esenţialitatea veritabilă"[10]. Fizica teoretică modernă (în care eu văd cea mai deplină realizare de pînă acum a ceea ce vreau să numesc „ştiinţă empirică") va satisface cu greu o asemenea idee despre „demnitatea" ştiinţei.

Eu plec de la un altfel de a vedea ţelurile ştiinţei. Încercarea de a justifica aceste ţeluri, de a le statua drept adevăratele, drept veritabilele ţeluri ale ştiinţei, o consider ca o deghizare, ca o recădere în dogmatismul pozitivist. Numai într-un *singur* fel pot cîştiga, prin argumente, aderenţi pentru opţiunile mele: prin analiza consecinţelor lor logice, cu referire la fertilitatea lor, la puterea lor explicativă în raport cu problemele teoriei cunoaşterii.

Recunosc deci deschis că m-am lăsat condus, în cele din urmă, în propunerile mele de judecăţi de valoare şi preferinţe proprii. Sper însă că cel ce apreciază, ca şi mine, rigoarea logică şi libertatea faţă de dogme, cel ce caută aplicabilitate practică, cel ce este fascinat de aventura cercetării, care ne pune mereu în faţa unor întrebări noi, neprevăzute, şi ne stimulează să riscăm mereu răspunsuri înainte nebănuite, va fi de acord cu propunerile mele.

Dacă mă las condus în propunerile mele de judecăţi de valoare *(Wertschätzungen)*, nu cad prin aceasta cîtuşi de puţin în greşeala pe care o reproşez pozitivismului de a lichida metafizica pe baza unor evaluări *(Wertungen)*. Nici măcar nu-i contest metafizicii orice „valoare" în numele ştiinţei empirice. Căci nu se poate nega că alături de metafizici care au frînat dezvoltarea ştiinţei, au existat altele — ca atomismul speculativ — care au stimulat această dezvoltare[35]. Şi presupun că cercetarea ştiinţifică, considerată din punct de vedere psihologic, nu este posibilă fără credinţă în idei de natură pur speculativă şi cîteodată destul de neclare; o credinţă care este complet nejustificată din punct de vedere ştiinţific şi în acest sens „metafizică"[11].

Consider totuşi că sarcina cea mai importantă a logicii cercetării este să ofere un *concept al ştiinţei empirice*, care să fixeze cît mai univoc folosirea altminteri oscilantă a termenului şi să permită trasarea unei linii de demarcaţie clare între ştiinţă şi idei metafizice chiar dacă aceste idei au impulsionat deseori dezvoltarea ştiinţei de-a lungul istoriei ei.

---

*[5] Consider că între parteneri de discuţie care sînt interesaţi în cunoaşterea adevărului şi gata să acorde atenţie argumentelor celuilalt este posibilă o discuţie raţională. (Vezi şi *The Open Society and its Enemies*, cap. 14, vol. II.) [34].

[9] Aceasta este concepţia lui DINGLER, cf. nota 1 la paragraful 19.

[10] Aceasta este concepţia lui O. SPANN, *Kategorienlehre*, 1924.

[11] Cf. de asemenea M. PLANCK, *Positivismus und reale Außenwelt*, 1931, şi A. EINSTEIN, *Die Religiosität der Forschung*, în *Mein Weltbild* (1934). *Vezi şi paragraful 85 şi *Postscriptum*-ul meu.

5. *Experienţa ca metodă*

Sarcina de a formula o definiţie utilizabilă a „ştiinţei empirice" întîmpină anumite greutăţi. Acestea sînt legate de faptul că pot exista *multe* sisteme teoretice deductive, care, cît priveşte structura lor logică, sînt construite în mare măsură analog cu ceea ce este recunoscut în acel moment ca sistemul ştiinţei empirice. Se obişnuieşte să se exprime acest lucru spunîndu-se că există foarte multe, probabil infinit de multe, „lumi logic posibile"; acel sistem pe care îl numim „ştiinţă empirică" trebuie însă să reprezinte numai *o* lume: „lumea reală", „lumea experienţei noastre"*[1].

Pentru a preciza din punct de vedere logic această idee, voi distinge trei cerinţe pe care trebuie să le satisfacă un sistem teoretic al ştiinţei empirice: (1) trebuie să fie *sintetic* (să reprezinte o lume necontradictorie, „posibilă"); (2) trebuie să satisfacă criteriul de demarcaţie (cf. paragrafele 6, 21), aşadar, *să nu fie metafizic*, ci să reprezinte o „lume a experienţei" posibilă; (3) trebuie să se distingă într-un fel oarecare faţă de alte sisteme, ca sistem ce reprezintă „lumea experienţei noastre".

În ce fel va fi distins acest sistem? Această distingere constă în faptul că sistemul este supus testelor şi trece cu succes testele; ea se realizează deci cu ajutorul acelei metode deductive, a cărei analiză şi descriere mi-am propus-o ca ţel în această lucrare.

„Experienţa" apare în această viziune ca o *metodă* determinată de delimitarea unui anumit tip de sistem teoretic în raport cu altele; ştiinţa empirică este caracterizată nu numai prin forma ei logică, ci, dincolo de aceasta, printr-o anumită metodă. (Aceasta este şi viziunea logicii inductive, care încearcă să caracterizeze ştiinţa empirică prin „metoda inductivă".)

Logica cunoaşterii (teoria cunoaşterii), a cărei sarcină este analiza metodei specifice ştiinţei empirice, poate fi desemnată ca teorie a metodei empirice, *ca teorie a ceea ce este numit în mod curent „experienţă"*.

6. *Falsificabilitatea ca criteriu de demarcaţie*

Criteriul de demarcaţie al logicii inductive, demarcaţia pe baza conceptului pozitivist al sensului, este echivalent cu cerinţa că toate enunţurile ştiinţei empirice (toate „enunţurile cu sens") trebuie să fie *definitiv sau concluziv decidabile*: adică, ele trebuie să aibă o asemenea formă încît *atît verificarea* (Verifikation) *cît şi falsificarea lor* să fie logic posibile. Citim astfel, de exemplu, la Schlick[1] că „... un enunţ veritabil trebuie să poată fi verificat de-

[1] Vezi Anexa X.
[1] SCHLICK, „*Naturwissenschaften*", *19*, 1934, p. 150.

finitiv", şi încă mai limpede la Waismann[2]. „Dacă nu se poate arăta în nici un fel cînd este adevărat un enunţ, înseamnă că enunţul nu are nici un sens; căci sensul unui enunţ constă în metoda verificării lui".

După părerea mea însă, nu există inducţie*[1]. Inferenţa de la enunţuri singulare, verificate prin „experienţă" (orice am înţelege prin acest cuvînt), la teorie este logic inadmisibilă. Teoriile nu sînt, prin urmare, niciodată empiric verificabile (empirisch verifizierbar). Dacă dorim să evităm greşeala pozitivistă de a exclude sistemele teoretice din ştiinţele naturii*[2] prin criteriul de demarcaţie, trebuie să alegem acest criteriu în aşa fel, încît şi enunţurile care nu sînt verificabile să poată fi recunoscute ca aparţinînd ştiinţei empirice.

În ce mă priveşte, voi considera ca empirice sau ştiinţifice numai acele sisteme care pot fi *testate (controlate)* prin experienţă. Conjugate, aceste consideraţii ne conduc la concluzia că nu verificabilitatea, ci *falsificabilitatea* trebuie să fie luată drept criteriu de demarcaţie*[3]. Cu alte cuvinte: nu cer ca sistemul să poată fi distins în mod pozitiv, odată pentru totdeauna, pe bază de criterii empirice, dar cer ca forma logică a sistemului să facă posibilă distingerea lui în mod negativ, prin testarea empirică: şi anume, *un sistem al ştiinţelor empirice trebuie să poată eşua în confruntarea cu experienţa*[3].

(„Enunţul „Mîine va ploua aici sau nu va ploua", care nu poate fi infirmat, nu îl voi caracteriza ca empiric, spre deosebire de enunţul „Aici va ploua mîine".)

Împotriva criteriului de demarcaţie propus aici, pot fi ridicate diferite obiecţii. Mai întîi va surprinde poate că postulăm despre ştiinţa empirică, care ar trebui să ne comunice ceva pozitiv, doar ceva negativ, calitatea ei de a putea fi infirmată *(Widerlegbarkeit)*. Obiecţia nu cîntăreşte greu, căci vom arăta (în paragrafele 31—46) că un enunţ al ştiinţelor teoretice ne comunică

---

[2] WAISMANN, „*Erkenntnis*", *1*, p. 229.

*[1] Desigur, nu am în vedere aşa-numita „inducţie matematică". Contest doar că există ceva de felul inducţiei în aşa-numita ştiinţa inductivă: că există „procedee inductive" sau „inferenţe inductive"[26].

*[2] În lucrarea sa *Logical Syntax of Language* (1937, p. 321 şi următoarele), CARNAP recunoaşte, referindu-se la critica mea, că aceasta a fost o greşeală; şi mai amănunţit a făcut el acest lucru în *Testability and Meaning* unde recunoştea că legile generale sînt pentru ştiinţă nu numai de valoare practică („convenient"), ci sînt şi esenţiale („essential") („*Philosophy of Science*", *4*, 1937, p. 27). Totuşi, în lucrarea sa de orientare inductivistă *Logical Foundations of Probability*, 1950, el se întoarce la un punct de vedere foarte asemănător cu cel criticat aici. Stabilind că legile generale au probabilitatea zero (p. 511), el este silit să afirme (p. 575) că deşi nu e nevoie să eliminăm toate legile din ştiinţă, aceasta poate să lasă la socoteală foarte bine şi fără ele.

*[3] Este important să se reţină că propun falsificabilitatea drept criteriu de demarcaţie, şi *nu drept criteriu de sens*. Mai este de reţinut că am criticat cu ascuţime deja mai sus, în paragraful 4, aplicarea conceptului de „sens" drept criteriu de demarcaţie şi că atac în paragraful 9 din nou, şi mai ascuţit, dogma sensului. Iată de ce, este pur şi simplu o poveste că aş fi propagat falsificabilitatea drept criteriu al sensului (deşi, într-un mod uimitor, multe critici la adresa teoriei mele se bizuie pe această poveste). Falsificabilitatea deosebeşte între ele două feluri de enunţuri care sînt în aceeaşi măsură enunţuri cu sens: cele falsificabile şi cele nefalsificabile. Falsificabilitatea trasează o linie de despărţire înăuntrul limbajului cu sens, nu în jurul lui. Vezi şi Anexa *1, ca şi capitolele 1 şi 11 ale cărţii mele *Conjectures and Refutations*, 1963, 1965, 1969.

[3] Idei înrudite se găsesc, de exemplu, la FRANK, *Die Kausalität und ihre Grenzen*, 1931, cap. I paragraful 10 (p. 15 şi urm.) şi DUBISLAV, *Die Definition*, ed. a 3-a, 1931, p. 100 şi urm. (Cf. şi mai sus nota 1—4 la paragraful 4.)

o cantitate de informaţii cu atît mai mare despre „lumea noastră" cu cît este mai probabil să intre în contradicţie, pe temeiul formei sale logice, cu enunţuri singulare posibile. (Nu degeaba se numesc legile naturii „legi": ele ne spun cu atît mai mult cu cît interzic mai mult.)

Apoi, s-ar putea încerca să se întoarcă împotriva mea critica pe care am făcut-o „criteriului de demarcaţie logic-inductiv" şi să se ridice împotriva falsificabilităţii, în calitate de criteriu de demarcaţie, obiecţii asemănătoare cu cele pe care eu le-am formulat împotriva verificabilităţii; dar nici această încercare nu-mi provoacă vreo dificultate: concepţia mea se sprijină pe o asimetrie între verificabilitate *(Verifizierbarkeit)* şi falsificabilitate, care decurge din forma logică a enunţurilor generale*[4]; acestea nu pot fi derivate din enunţuri singulare, dar pot fi contrazise de către acestea. Prin inferenţe pur deductive (cu ajutorul aşa-numitului „modus tollens" al logicii clasice), se poate, aşadar, conchide de la adevărul enunţurilor singulare la „*falsitatea*" enunţurilor generale. Acesta este singurul mod strict deductiv de interferenţă care înaintează, pentru a spune aşa, în „direcţie inductivă"; adică, de la enunţuri singulare la enunţuri generale.

Mai serioasă pare să fie o a treia obiecţie, şi anume: chiar dacă există o asemenea asimetrie, un sistem teoretic nu poate, din diferite motive, să fie vreodată falsificat în mod concludent. Se poate recurge întotdeauna la anumite expediente pentru a scăpa de o falsificare, — de exemplu prin ipoteze ajutătoare introduse *ad hoc* sau prin definiţii modificate *ad hoc*; din punct de vedere logic, este posibil, de asemenea, să ne situăm pe poziţia de a refuza pur şi simplu să recunoaştem experienţele falsificatoare, oricare ar fi ele. Ce-i drept, omul de ştiinţă nu obişnuieşte să procedeze în acest fel, dar, din punct de vedere logic, un asemenea procedeu este posibil, şi prin aceasta valoarea logică a criteriului de demarcaţie propus de mine apare ca fiind cel puţin îndoielnică.

Sînt silit să admit îndreptăţirea acestei obiecţii; cu toate acestea, nu voi retrage propunerea de a adopta falsificabilitatea drept criteriu de demarcaţie. Voi încerca (începînd cu paragraful 20) să caracterizez *metoda empirică* tocmai prin eliminarea tuturor căilor logic posibile de a evita falsificarea. În spiritul propunerii mele ceea ce caracterizează metoda empirică este tocmai faptul că sistemul ce urmează a fi testat este expus falsificării în toate felurile posibile; scopul ei nu este de a salva viaţa unor sisteme de nesusţinut, ci de a selecta, în concurenţa cea mai strînsă, pe cel relativ mai adecvat *(relativ haltbarste)*.

Criteriul de demarcaţie propus ne conduce spre o soluţie a problemei humeene a inducţiei, a întrebării cu privire la valabilitatea legilor naturii. Rădăcina acestei probleme este contradicţia aparentă dintre „teza fundamentală a empirismului" — teza că numai „experienţa" poate decide asupra adevărului sau falsităţii enunţurilor ştiinţelor empirice — şi dovada invalidităţii logice a generalizărilor inductive, produsă pentru prima dată de Hume. Această contradicţie persistă numai atît timp cît postulăm că toate enunţurile ştiinţei empirice trebuie să fie pe de-a întregul decidabile, că deci verificarea şi fal-

---

*[4] Această asimetrie este discutată acum mai amănunţit în paragraful *22 al *Postscriptum*-ului meu[37].

sificarea lor trebuie să fie amîndouă în principiu posibile. Dacă suprimăm acest postulat, dacă admitem ca empirice şi enunţuri decidabile într-un singur sens, adică enunţuri care sînt doar falsificabile, care pot fi testate prin încercări metodice de a le falsifica, contradicţia dispare: metoda falsificării nu presupune inferenţe inductive, ci numai transformările tautologice neproblematice ale logicii deductive[4].

7. *Problema „bazei empirice"*

Pentru ca falsificabilitatea să poată fi utilizată în calitate de criteriu de demarcaţie, trebuie să existe enunţuri empirice singulare care să funcţioneze ca premise în inferenţele falsificatoare. Criteriul de demarcaţie propus de mine pare să deplaseze doar problema: el reduce întrebarea cu privire la caracterul empiric al teoriilor la întrebarea cu privire la caracterul empiric al enunţurilor singulare.

Prin aceasta s-a cîştigat însă deja ceva: în practica cercetării, problema demarcaţiei sistemelor teoretice are adesea o însemnătate considerabilă, în timp ce îndoieli cu privire la caracterul empiric al enunţurilor singulare iau naştere rareori. Ce-i drept, apar deseori greşeli de observaţie şi ele duc la formularea unor enunţuri singulare false; cercetătorul nu are însă aproape niciodată motive pentru a caracteriza un enunţ singular ca „neempiric" sau „metafizic".

Problemele bazei empirice — chestiunile cu privire la caracterul empiric al enunţurilor singulare, la metoda testării lor — au în cadrul logicii cercetării un rol oarecum diferit faţă de celelalte chestiuni de care mă voi ocupa; în timp ce acestea din urmă stau de cele mai multe ori în relaţie strînsă cu *practica* cercetării, primele ţin aproape exclusiv de sfera de interese a *teoriei* cunoaşterii. Mă voi referi totuşi la ele, fiindcă au dat naştere la multe neclarităţi. Afirmaţia este valabilă îndeosebi cu privire la relaţiile dintre enunţurile de bază (numesc aşa acele enunţuri care pot să apară ca premise ale unei falsificări empirice, pe scurt, enunţurile despre fapte singulare) şi trăirile perceptive (Wahrnehmungserlebnisse).

Trăirile perceptive au fost considerate adesea ca un fel de întemeiere a acestor enunţuri. S-a crezut despre ultimele că sînt „fundate" pe trăiri, că adevărul lor ar putea fi „dovedit nemijlocit" prin aceste trăiri, că ar fi „evident" pe baza acestor trăiri ş. a. m. d. Toate aceste expresii vădesc năzuinţa (sănătoasă) de a indica o relaţie strînsă între enunţurile de bază şi trăirile noastre perspective. Fiindcă s-a simţit însă în acelaşi timp (şi pe bună dreptate) că *enunţurile nu pot fi întemeiate logic decît de enunţuri*, această relaţie neclarificată a fost descrisă prin expresii obscure ca cele citate, care nu limpezesc nimic, ci ascund greutăţile sau, în cazul cel mai bun, le exprimă mai mult sau mai puţin metaforic.

---

[4] Vezi şi comunicarea mea la care se referă nota 1 de la paragraful 4, care este publicată din nou aici în Anexa *1, ca şi *Postscriptum*-ul, mai ales paragraful *2.

Eu consider că şi în acest caz drumul spre o soluţie constă în delimitarea netă a problemelor psihologice de cele logice şi metodologice. Trebuie să distingem între *trăirile şi credinţele noastre subiective*, care nu întemeiază niciodată enunţuri, ci pot fi întotdeauna doar obiect de cercetare ştiinţifică, anume de cercetare psihologică empirică, şi *corelaţiile logice obiective* dintre diferitele sisteme de enunţuri ştiinţifice şi interiorul fiecăruia dintre ele.

Voi trata problemele bazei empirice mai amănunţit în paragrafele 25—30; aici, voi face, mai întîi, cîteva observaţii asupra problemei obiectivităţii ştiinţifice, căci termenii „obiectiv" şi „subiectiv", pe care tocmai i-am folosit, se cer precizaţi.

8. *Obiectivitate ştiinţifică şi convingere subiectivă*

Cuvintele „obiectiv" şi „subiectiv" fac parte din acele expresii filozofice care sînt considerabil împovărate prin folosire contradictorie şi prin discuţii neconcludente, adesea interminabile.

Felul în care folosesc aceşti termeni este apropiat de cel kantian. Kant aplică termenul „obiectiv" pentru a caracteriza *cunoaşterea ştiinţifică* drept o cunoaştere care *poate fi justificată* independent de bunul plac al fiecăruia; o justificare este „obiectivă" dacă poate fi recunoscută şi controlată în principiu de oricine: „Dacă ea este valabilă pentru oricine, în măsura în care posedă raţiune, principiul ei este obiectiv suficient..."[1].

Consider, cum am arătat, că teoriile ştiinţifice nu sînt niciodată pe de-a întregul justificabile sau verificabile dar sînt totuşi testabile. Voi spune aşadar: obiectivitatea enunţurilor ştiinţifice constă în aceea că ele pot să fie intersubiectiv testate [*1].

Cuvîntul „subiectiv" desemnează la Kant convingeri (de diferite grade)[2]. Cum iau naştere acestea, trebuie să stabilească psihologia. Ele pot să ia naştere, de exemplu, după „legile asociaţiei"[3]. Şi raţiuni obiective pot să servească drept „cauze subiective ale judecăţii"[4], în măsura în care reflectăm asupra acestor raţiuni şi ne convingem de forţa lor.

Kant a fost poate primul care a văzut că obiectivitatea enunţurilor ştiinţei empirice este strîns legată de formarea teoriilor, de formularea ipotezelor, a enunţurilor universale. Observaţiile noastre pot fi testate de oricine numai acolo unde anumite evenimente (experimente) se repetă pe temeiul legalităţilor, respectiv pot să fie reproduse. Nici chiar observaţiile proprii nu obişnuim

---

[1] I. KANT, *Critica raţiunii pure*, trad. N. Bagdasar, El. Moisuc, Ed. ştiinţifică, 1969, p. 610.

[*1] Între timp am generalizat această formulare; căci *testarea* intersubiectivă este numai un aspect important al ideii mai generale a *criticii* intersubiective, cu alte cuvinte un aspect al ideii controlului raţional reciproc prin discuţie critică. Această idee mai generală este discutată mai pe larg în lucrările mele *The Open Society and its Enemies* (cap. 13—12, vol. II) şi *The Poverty of Historicism* (paragraful 32), precum şi în *Conjectures and Refutations*.

[2] Vezi *Critica raţiunii pure*, Metodologia transcendentală, cap. II, Secţia a treia.

[3] Vezi *Critica raţiunii pure*, Analitica transcendentală, paragraful 19.

[4] *Critica raţiunii pure*, p. 611.

să le luăm în serios din punct de vedere ştiinţific, înainte de a le fi testat prin observaţii repetate sau probe şi de a ne fi convins că nu este vorba de o „coincidenţă întîmplătoare" unică, ci de corelaţii care prin producerea lor logică, prin posibilitatea de a fi reproduse, sînt în principiu intersubiectiv testabile[5].

Fiecare fizician experimentator a observat „efecte" surprinzătoare, inexplicabile, care au putut fi reproduse eventual de cîteva ori în laboratorul său, pentru a dispărea apoi fără nici o urmă; dar el nu vorbeşte în asemenea cazuri de o descoperire ştiinţifică (cu toate că el se va strădui poate să formuleze instrucţiuni care să facă efectul reproductibil). *Efectele fizice* ştiinţific importante pot fi definite tocmai prin faptul că este posibil ca ele să fie reproduse constant şi de către orice cercetător care realizează în mod adecvat experimentul după prescripţii. Nici un fizician serios nu va supune opiniei publice ştiinţifice, ca descoperiri, „efecte oculte", pentru a căror reproducere nu poate formula instrucţiuni, căci în curînd o asemenea „descoperire" ar fi respinsă ca o născocire, pe temeiul rezultatelor negative ale testelor[6]. (Aceste împrejurări au drept consecinţă că o dispută asupra faptului dacă există evenimente unice, irepetabile să nu poată fi soluţionată principial înlăuntrul ştiinţei: ea este „metafizică".)

Revin acum asupra unui punct din paragraful precedent, asupra tezei mele că trăirile subiective, convingerile nu pot întemeia niciodată adevărul enunţurilor ştiinţifice, că ele nu pot juca în ştiinţă decît rolul unui obiect al cercetării ştiinţifice, anume al cercetărilor psihologiei empirice. Nu contează aici cîtuşi de puţin intensitatea convingerilor subiective; pot să fiu pe deplin pătruns de adevărul unui enunţ, de evidenţa unei percepţii, de puterea de convingere a unei trăiri, orice îndoială poate să mi se pară absurdă. Dar poate totuşi ştiinţa să accepte pe acest temei enunţul meu? Poate oare ea să-l întemeieze pe considerentul că domnul N. N. este pătruns de adevărul lui? Răspunsul este negativ; un alt răspuns ar fi incompatibil cu ideea obiectivităţii ştiinţifice. „Faptul", pentru mine oricît de incontestabil, că am într-adevăr cutare convingere se poate înfăţişa în ştiinţa obiectivă numai ca *ipoteză* psihologică, care are nevoie, fireşte, de control intersubiectiv. Din ipoteza că eu am asemenea convingeri subiective, psihologul va deduce

---

[5] Descoperirea sa, şi anume că decurge din caracterul obiectiv al enunţurilor ştiinţifice, că ele trebuie să fie în orice moment intersubiectiv testabile şi trebuie să aibă de aceea forma legilor şi teoriilor universale, este formulată de Kant într-un fel oarecum neclar în „principiul succesiunii în timp după legea cauzalităţii" (pe care el a considerat că îl poate dovedi *a priori*, prin demersul care a fost indicat). Eu nu susţin un asemenea principiu (cf. paragraful 12), dar stărui asupra faptului că enunţurile ştiinţifice, pentru a fi intersubiectiv testabile, trebuie întotdeauna să aibă caracterul unor ipoteze universale. *Vezi şi nota *1 la paragraful 22.

[6] În literatura fizicii se găsesc şi exemple izolate cînd cercetători serioşi au afirmat existenţa unor efecte a căror testare a dus la rezultate negative. Un exemplu cunoscut, de dată recentă, este *rezultatul pozitiv inexplicabil al experimentului lui Michelson*, pe care l-a stabilit Miller (1921-26) la Mount Wilson, după ce el însuşi (ca şi Morley) reprodusese, mai înainte, rezultatul negativ al lui Michelson. Fiindcă însă testele ulterioare s-au soldat din nou cu rezultate negative, se obişnuieşte în momentul de faţă să se considere rezultatul negativ ca decisiv iar rezultatele divergente ale lui Miller sînt considerate ca „provocate de surse de eroare necunoscute". *Vezi şi paragraful 22, mai ales nota *1.

cu ajutorul teoriilor psihologice şi a altor teorii, anumite predicţii asupra comportării mele, care pot să fie sau pot să nu fie coroborate de probele experimentale. Din punct de vedere epistemologic, este pe de-a întregul indiferent dacă convingerile mele au fost slabe sau puternice, dacă este vorba de un sentiment irezistibil de „certitudine" ori „evidenţă" sau numai de o simplă „presupunere". Toate acestea nu au nici o legătură cu întemeierea (justificarea) enunţurilor ştiinţifice.

Asemenea reflecţii nu dau, fireşte, nici un răspuns problemei bazei empirice; dar, cel puţin, ele ne ajută să vedem această problemă în întreaga ei ascuţime: dacă pretindem pentru enunţurile de bază, la fel ca şi pentru toate celelalte enunţuri ştiinţifice, obiectivitate, ne lipsim de posibilitatea de a reduce din punct de vedere logic într-un fel oarecare „decizia asupra adevărului" enunţurilor ştiinţifice la determinarea raportului lor cu anumite trăiri; nici enunţurilor care descriu trăirile noastre, adică enunţurilor despre percepţii („propoziţiilor — protocol")[38], nu li se acordă în această privinţă o poziţie privilegiată; ele pot să apară în ştiinţă numai ca enunţuri psihologice, deci — în stadiul actual al psihologiei — ca o clasă de ipoteze a căror testare intersubiectivă nu se distinge printr-o rigoare deosebită.

Oricum am rezolva însă problema bazei empirice, atît timp cît stăruim asupra faptului că enunţurile ştiinţifice trebuie să fie obiective, va trebui ca şi acele enunţuri pe care le socotim ca aparţinînd bazei empirice să fie obiective, adică intersubiectiv testabile. Or, testabilitatea constă în aceea că din enunţurile care urmează să fie testate pot fi deduse alte enunţuri testabile; încît, dacă şi enunţurile de bază trebuie să fie intersubiectiv testabile, însemnă că *în ştiinţă nu pot exista enunţuri „absolut ultime"*, adică enunţuri care la rîndul lor nu pot fi testate mai departe şi falsificate prin falsificarea enunţurilor deduse din ele.

Ajungem astfel la următorul tablou: sistemele teoretice sînt testate prin faptul că se derivă din ele enunţuri de un nivel mai scăzut de generalitate. Aceste enunţuri trebuie la rîndul lor, pentru a satisface cerinţa testabilităţii intersubiective, să fie testabile în acelaşi fel — ş. a. m. d. la infinit.

S-ar putea crede că această concepţie duce la un regres infinit şi este ca atare de nesusţinut. Am făcut şi eu uz de obiecţia „regresului la infinit" în discuţia problemei inducţiei şi cititorul ar putea crede că obiecţia poate fi întoarsă şi împotriva procedurii deductive de testare pe care o propun aici. Această bănuială nu este însă îndreptăţită. Prin testarea deductivă, enunţurile supuse nu pot şi nu trebuie să fie *întemeiate* sau *justificate*; nu poate fi, deci, vorba de un regres la infinit. Recunosc însă că situaţia descrisă, faptul că testările pot fi continuate la infinit, împreună cu respingerea tezei că există enunţuri „ultime" — enunţuri care nu ar avea nevoie să fie testate — ridică o problemă: testarea nu poate continua la infinit şi, prin urmare, va trebui să o întrerupem, în cele din urmă, într-un punct. Fără a intra aici în detalii, doresc să remarc doar că această împrejurare nu contrazice cerinţa testabilităţii fiecărui enunţ ştiinţific, pe care am postulat-o. Nu pretind ca fiecare enunţ să fie *testat în fapt*, ci doar ca fiecare enunţ să fie *testabil*; sau, altfel spus, refuz să accept punctul de vedere că există în ştiinţă enunţuri care trebuie să fie acceptate pur şi simplu fiindcă nu este posibil, din raţiuni logice, să fie testate.

CAPITOLUL II

DESPRE PROBLEMA UNEI TEORII A METODEI ŞTIINŢEI

În spiritul propunerii mele, teoria cunoaşterii sau logica cercetării este o *teorie a metodei ştiinţei* (o metodologie). Ea se ocupă, în măsura în care cercetările ei trec dincolo de analiza pur logică a relaţiilor dintre enunţurile ştiinţifice, cu *decizii metodologice*, cu decizii asupra felului cum trebuie să fie tratate enunţurile ştiinţifice, în funcţie de ţelurile care sînt urmărite. Deciziile pe care le propun, care fixează regulile unei „metode empirice" corespunzătoare ţelurilor pe care le-am stabilit, sînt corelate strîns cu criteriul meu de demarcaţie. Am decis să adopt asemenea reguli care să asigure testabilitatea, adică falsificabilitatea, enunţurilor ştiinţifice.

9. *De ce sînt deciziile metodologice indispensabile*

Ce sînt regulile metodei ştiinţifice şi de ce avem nevoie de ele? Există o ştiinţă despre aceste reguli, o metodologie?

Răspunsul la aceste întrebări va depinde de faptul dacă ştiinţa empirică este caracterizată, cum face pozitivismul, ca un sistem de enunţuri ce satisfac anumite *criterii logice* (de pildă, pe acelea de a avea sens şi de a fi verificabile) sau se caută, şi aceasta este poziţia mea, caracteristica enunţurilor empirice în posibilitatea revizuirii lor (Überholbarkeit) — în faptul că pot fi criticate şi înlocuite cu altele mai bune — şi se propune ca sarcină să se analizeze capacitatea de dezvoltare proprie ştiinţei empirice ca şi modul cum se decide, în cazuri critice, între diferite sisteme teoretice.

Şi eu consider o analiză pur logică a teoriilor, care face abstracţie de schimbarea şi de dezvoltarea lor, ca fiind necesară. Dar pe această cale nu poate fi înţeleasă o particularitate a ştiinţei empirice pe care, cel puţin eu, o preţuiesc atît de mult. Acela care se agaţă dogmatic de un sistem teoretic fie el oricît de ştiinţific, de exemplu de sistemul mecanicii clasice, socotind că misiunea sa este de a apăra un asemenea sistem atît timp cît el nu este definitiv infirmat, acela nu procedează ca un cercetător empiric în sensul pe care eu îl acord acestui cuvînt; căci o infirmare logic constrîngătoare a unei teorii nu poate fi realizată niciodată deoarece, de exemplu, rezultatele experimentale pot fi calificate oricînd ca nedemne de încredere sau se poate afirma despre contradicţia dintre ele şi teorie că este doar aparentă şi că va fi înlăturată în urma unor noi cercetări. (Ambele argumente au fost folosite des în lupta înpotriva lui Einstein şi în favoarea mecanicii clasice; argumente

similare sînt folosite frecvent şi în ştiinţele sociale.) Cel care pretinde în ştiinţele empirice demonstraţii riguroase [sau infirmări riguroase*[1]], nu va putea niciodată să înveţe ceva din experienţă.

Dacă am caracteriza, deci, ştiinţa empirică numai prin structura formală sau logică a enunţurilor ei, atunci nu am putea să eliminăm acea formă răspîndită a „metafizicii" care ridică un sistem ştiinţific învechit la rangul unui adevăr irevocabil.

Acestea sînt motivele pentru care propun caracterizarea ştiinţei empirice prin *metoda* ei, prin modul cum sînt tratate sistemele ştiinţifice. Voi încerca aşadar, să formulez regulile sau, dacă vreţi, normele după care se conduce cercetătorul cînd practică ştiinţa în sensul în care este înţeleasă aici.

10. *Abordarea „naturalistă" a teoriei metodei*

Opoziţia profundă dintre concepţia mea şi concepţia pozitivistă a fost doar indicată prin observaţiile din paragraful precedent.

Pozitivistului îi repugnă ideea că ar exista „probleme cu sens" şi dincolo de hotarele ştiinţelor empirice „pozitive", probleme ce ar urma să fie tratate de o ştiinţă filozofică, o teorie a cunoaşterii sau o metodologie*[2]. El doreşte să vadă în aşa-numitele probleme filozofice nişte „pseudoprobleme". Această dorinţă (care este exprimată însă nu ca dorinţă sau propunere, ci ca o constatare*[3]) este, desigur, oricînd realizabilă. Nimic nu este mai uşor decît demascarea unei probleme ca „pseudoproblemă lipsită de sens". Nu avem decît să concepem „sensul" într-un mod destul de strîmt, pentru a putea declara despre toate întrebările incomode că nu putem găsi în ele nici un „sens"; şi, deoarece numai problemele ştiinţelor empirice sînt recunoscute ca fiind „cu sens"[1], orice discuţie asupra conceptului de „sens" devine lipsită de sens[2]: odată întrona-

---

*[1] Am intercalat aici în paranteze cuvintele „sau infirmări riguroase", mai întîi, fiindcă sînt implicate clar în cele spuse mai sus („o infirmare logic constrîngătoare a teoriei nu poate fi realizată vreodată") şi, în al doilea rînd, pentru a înfrunta interpretarea greşită, care a avut în mod constant susţinători, că eu aş intenţiona să introduc un criteriu (şi încă un criteriu de *sens*, nu unul de *demarcaţie*) care s-ar sprijini pe doctrina falsificabilităţii „depline" sau „constrîngătoare".

*[2] În cei doi ani dinaintea apariţiei primei ediţii a acestei cărţi, obiecţia permanentă formulată de membrii Cercului de la Viena împotriva ideilor mele a fost că o metodologie care nu este nici ştiinţă empirică nici logică pură este imposibilă, căci tot ce stă în afara acestor două domenii este pur şi simplu nonsens. (În 1946 Wittgenstein susţinea încă aceeaşi părere; cf. lucrarea mea *The Nature of Philosophical Problems*, acum cap. 2 din *Conjectures and Refutations*, nota 8 la p. 69). Mai tîrziu, reluarea continuă a acestei obiecţii a dat naştere legendei că eu aş fi vrut să înlocuiesc criteriul verificabilităţii, în calitate de criteriu al *sensului*, cu criteriul falsificabilităţii. Vezi *Postscriptum*, îndeosebi paragrafele *19—*21[39].

*[3] Între timp, unii pozitivişti au abandonat această poziţie, vezi mai jos nota 6.

[1] WITTGENSTEIN, *Tractatus Logico-Philosophicus*, propoziţia 6,53.

[2] WITTGENSTEIN scrie la sfîrşitul *Tractatus*-ului său (în care aplică conceptul de sens): „Propoziţiile mele clarifică prin aceea că cel care mă înţelege le recunoaşte, în cele din urmă, ca lipsite de sens...".

tă, această dogmă a sensului este sustrasă pentru totdeauna oricărui atac, devine „intangibilă" și definitivă" [Wittgenstein][3].

Aproape tot așa de veche ca și filozofia însăși, este disputa asupra justificării dreptului ei la existență. Mereu apare cîte o orientare „absolut nouă" care demască definitiv problemele filozofice ca pseudoprobleme și opune nonsensului filozofic știința empirică pozitivă; și mereu încearcă disprețuita „filozofie tradițională" („*Schulphilosophie*") să explice reprezentanților acestor orientări („pozitiviste") că problema principală a filozofiei este tocmai examinarea critică a apelului la autoritatea experienței[4], a acelei experiențe pe care pozitivismul din acel moment o consideră, fără nici un fel de rezerve, ca fiind dată și o acceptă ca pe o autoritate. Deoarece însă pozitivismul consideră numai problemele științei empirice ca fiind cu sens, el nu acordă nici o atenție acestei obiecții. Experiența constituie pentru el un program, niciodată o problemă (sau constituie numai o problemă a psihologiei empirice).

Nu cred că pozitiviștii vor reacționa altfel nici la încercarea pe care o întreprind eu aici de a examina „experiența" ca metodă a științei empirice. Căci pentru ei nu există decît două feluri de enunțuri: tautologii logice și enunțuri empirice; dacă metodologia nu se identifică cu logica, ea trebuie să fie o știință *empirică* — bunăoară știința comportării cercetătorilor naturii atunci cînd sînt în „exercițiul funcției lor".

Această concepție, după care metodologia este o știință empirică — fie o teorie despre comportarea reală a oamenilor de știință, fie despre „procedura reală a științei" — poate fi numită *naturalistă*. O metodologie naturalistă (numită uneori „teorie inductivă a științei"[5]) își are, incontestabil, valoarea ei: oricine se ocupă de logica cunoașterii va fi interesat în asemenea străduințe și va învăța din ele. Totuși, ceea ce numesc eu „metodologie" nu trebuie să fie conceput ca o știință empirică; nu cred că este posibil să se decidă cu mijloacele științei empirice controverse ca aceea dacă știința aplică sau nu un principiu al inducției; cu atît mai puțin, cu cît este o chestiune pe de-a întregul de convenție sau de decizie ce anume recunoaștem ca știință și pe cine recunoaștem ca om de știință[41].

După părerea mea, problemele de acest fel trebuie să fie tratate într-un mod diferit. Voi considera și compara, de exemplu, două sisteme definite de reguli metodologice, dintre care unul cuprinde un principiu al inducției iar celălalt nu, pentru a mă întreba apoi dacă introducerea unui astfel de principiu este necontradictorie, realizabilă, utilă și necesară. O asemenea cercetare mă conduce la concluzia că principiul inducției trebuie părăsit: îl resping nu pe motivul că știința nu ar utiliza în fapt niciodată un asemenea principiu, ci fiindcă consider introducerea lui ca fiind de prisos, nepotrivită și chiar contradictorie.

---

[3] WITTGENSTEIN, *op. cit.*, la sfîrșitul prefeței.

[4] H. GOMPERZ scrie în această privință (*Weltanschauungslehre I*, 1905, p. 35): „Dacă reflectăm cît de problematic este conceptul de *experiență*,... vom fi obligați să considerăm că față de el... ar fi mult mai la locul ei o critică scrupuloasă și prevăzătoare... decît o acceptare entuziastă..."

[5] Vezi H. DINGLER, *Physik und Hypothese, Versuch einer induktiven Wissenschaftslehre* (1921); pentru o poziție asemănătoare vezi KRAFT, *Die Grundformen der wissenschaftlichen Methoden* (1925)[40].

Resping, deci concepţia naturalistă: ea este necritică şi nu observă că propune o convenţie unde presupune că face constatări faptice[6]; în acest fel convenţia se transformă în dogmă. Această observaţie este valabilă pentru criteriul sensului, pentru conceptul de ştiinţă şi prin aceasta pentru conceptul de metodă a ştiinţei empirice.

11. *Regulile metodologice în calitate de convenţii*

Consider regulile metodologice drept convenţii. Ele ar putea fi numite şi regulile jocului „ştiinţă empirică". Ele se deosebesc de regulile logicii în aceeaşi măsură în care se deosebesc de acestea, de exemplu, regulile jocului de şah, care nu este considerat în mod obişnuit ca o ramură a logicii. Regulile logicii fiind convenţii cu privire la transformarea unor formule, şi cercetarea regulilor jocului de şah ar putea fi caracterizată, poate, ca „logică a jocului de şah", nu însă ca „logică", pur şi simplu; în acelaşi fel, cercetarea regulilor jocului ştiinţă, adică ale muncii de cercetare ştiinţifică, ar putea fi numită *logică a cercetării.*

Voi da două exemple simple de reguli metodologice. Ele vor arăta că ar fi nepotrivit să situăm metodologia pe aceeaşi treaptă cu o cercetare de logică pură.

(1) Jocul ştiinţă nu are, în principiu, un sfîrşit: cel care va hotărî într-o zi să nu mai testeze în continuare enunţurile ştiinţifice, ci să le considere ca definitiv verificate, acela iese (se retrage) din joc.

(2) Ipoteze odată formulate şi coroborate (*bewährte*)*[1] nu pot fi abandonate „fără temeiuri"; pot fi considerate, între altele: înlocuirea lor cu alte ipoteze, mai testabile; falsificarea consecinţelor lor. (Conceptul „mai testabil" va fi examinat mai amănunţit în cele ce urmează.)

Amîndouă aceste exemple arată caracterul regulilor metodologice. Ele se deosebesc clar de ceea ce se obişnuieşte să se numească reguli logice. Logica poate eventual să stabilească criterii care ne permit să determinăm dacă un enunţ este testabil, dar în mod sigur, ea nu se interesează de faptul dacă cineva se străduieşte să-l testeze.

---

[6] (Adaos la corectură, 1934.) Concepţia, dezvoltată foarte sumar aici, că este o chestiune de decizie ce anume să numim „un enunţ veritabil" şi respectiv „un pseudoenunţ lipsit de sens" (şi că de aceea şi eliminarea metafizicii este o chestiune de decizie) o susţin de un număr de ani. Critica pozitivismului (şi a concepţiei „naturaliste"), schiţată de mine aici, nu priveşte, din cîte îmi dau seama, *Sintaxa logică a limbajului* a lui Carnap, care tocmai a apărut (1934), în care şi Carnap susţine punctul de vedere că toate problemele de acest fel depind de decizii („principiul toleranţei"). Din prefaţa lui Carnap am înţeles că şi Wittgenstein susţine de mulţi ani, în lucrări nepublicate, un punct de vedere asemănător. (*Vezi totuşi nota *1 mai sus.) Din păcate, *Sintaxa logică* a lui Carnap nu a mai putut fi luată în considerare în această carte[42].

*[1] „Bewähren" a fost tradus de către mine în engleză, la început prin „confirm", iar „bewährt" şi „Bewährung", prin „confirmed" şi „confirmation". Fiindcă aceasta a dus la neînţelegeri, folosesc astăzi, aproape întotdeauna, expresiile „corroborate", „corroborated", „corroboration". Vezi şi nota 1 de la începutul capitolului X.

Am încercat să definesc în paragraful 6 conceptul de ştiinţă empirică cu ajutorul criteriului falsificabilităţii, dar a trebuit încă acolo să recunosc îndreptăţirea anumitor obiecţii şi să promit o întregire metodologică a acestei definiţii. Asemănător cu modul cum definim, de exemplu, jocul de şah prin regulile sale, voi defini ştiinţa empirică prin reguli metodologice. În fixarea acestor reguli, procedez în mod sistematic: stabilesc mai întîi o regulă supremă, o normă pentru decizia asupra celorlalte reguli metodologice, deci o regulă de un *tip mai înalt*; anume aceea, că celelalte reguli ale procedurii ştiinţifice trebuie să fie concepute în aşa fel încît să nu fie împiedicată o eventuală falsificare a enunţurilor ştiinţifice.

Regulile metodologice sînt corelate strîns unele cu altele şi cu criteriul de demarcaţie, chiar dacă *nu într-un mod logic — deductiv riguros*[1]. Ele sînt formulate pentru a asigura aplicabilitatea criteriului de demarcaţie, adică stabilirea lor este controlată de o regulă de un tip mai înalt. Un exemplu am dat mai sus (vezi regula 1): teoriile pe care decidem să nu le mai testăm nu vor mai fi nici falsificabile ş. a. m. d. Tocmai această corelaţie sistematică dintre reguli ne îndreptăţeşte să vorbim despre o metodologie. Desigur prescripţiile acestea sînt de cele mai multe ori, cum arată şi exemplele pe care le-am dat, convenţii destul de fireşti; adevăruri profunde nu trebuie să aşteptăm de la metodologie*[2]; ea ne ajută însă în multe cazuri, şi uneori în cazul unor probleme importante şi nerezolvate pînă acum, să clarificăm situaţia logică, de exemplu în problema de a decide cînd trebuie acceptat sau respins un enunţ probabilist. (Cf. paragraful 68.)

Faptul că problemele teoriei cunoaşterii se află într-o corelaţie sistematică şi pot fi tratate sistematic a fost pus adeseori la îndoială. Cartea de faţă îşi propune să arate că această îndoială nu este îndreptăţită. Acestui punct trebuie să-i acordăm o anumită importanţă. Singurul argument în favoarea criteriului meu de demarcaţie a fost fertilitatea sa, forţa explicativă a consecinţelor ce decurg din adoptarea lui. „Definiţiile sînt dogme, numai consecinţele deduse din ele sînt cunoştinţe“, spune Menger[2], şi această afirmaţie este sigur valabilă şi pentru definiţia conceptului de ştiinţă. Numai examinînd consecinţele ce decurg din definiţia pe care o dau ştiinţei empirice (şi din deciziile metodologice corelate cu această definiţie) va putea vedea cercetătorul dacă ea corespunde cu ceea ce îi apare intuitiv ca fiind scopul activităţii sale*[3].

Şi filozoful se va putea lăsa convins de utilitatea definiţiei mele numai prin consecinţele ei, care ne ajută să descoperim contradicţiile şi insuficienţele teoriilor cunoaşterii de pînă acum şi să le urmărim pînă la supoziţiile şi convenţiile fundamentale în care îşi au originea; dar şi să determinăm dacă propunerile mele nu sînt ameninţate de greutăţi asemănătoare. Această metodă a descoperirii şi rezolvării contradicţiilor, care joacă un rol şi

---

[1] Vezi K. MENGER, *Moral, Wille und Weltgestaltung*, 1934, p. 58 şi urm.

*[2] Înclin şi acum să susţin acest punct de vedere, deşi faptul că am putut demonstra teoreme ca „gradul de coroborare≠probabilitate“ sau „teorema asupra conţinutului de adevăr“ (vezi *Mind, Matter and Method*, eds. P. K. FEYERABEND, G. MAXWELL, 1966, p. 343—353) este neaşteptat şi poate avea o semnificaţie relativ mai profundă.

[2] K. MENGER, *Dimensionstheorie*, 1928, p. 76.

*[3] Vezi contribuţia mea (cap. I) în H. ALBERT, *Theorie und Realität*, 1964[43].

în ştiinţă, este cu deosebire caracteristică pentru teoria cunoaşterii. Aceasta este calea, dacă există în general vreuna, prin care convenţiile metodologice pot fi justificate şi îşi pot proba valoarea[3].

Că filozoful va considera aceste cercetări metodologice ca aparţinînd „filozofiei", este, desigur, îndoielnic, dar acest lucru nu este important pentru mine. Amintesc totuşi, în această privinţă, că nu puţine afirmaţii metafizice, şi deci în mod cert „filozofice", pot fi concepute ca ipostazieri ale unor reguli metodologice. Un exemplu în acest sens este aşa-numitul „principiu al cauzalităţii", despre care va fi vorba în capitolul următor. Un alt exemplu este problema obiectivităţii: cerinţa obiectivităţii ştiinţifice poate fi concepută ca regula metodologică de a introduce în ştiinţă numai enunţuri intersubiectiv testabile. (Mai pe larg, în paragrafele 8, 20 şi 27 şi în alte locuri). Se poate spune, într-adevăr, că cele mai multe şi cele mai importante probleme filozofice pot fi reinterpretate în acest fel ca probleme metodologice.

[3] Această metodă critică sau, dacă doriţi, *„metodă dialectică"* de rezolvare a contradicţiilor este pusă mult în umbră, în lucrarea de faţă, de încercarea de a dezvolta consecinţele metodologice practice ale punctului meu de vedere. Într-o lucrare încă nepublicată *(Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie)* am încercat să apuc pe acest drum critic şi să arăt că problemele teoriei clasice şi moderne a cunoaşterii (de la Hume prin Kant pînă la Russell şi Wittgenstein) pot fi reduse la *„problema demarcaţiei"*, la problema criteriului ştiinţei empirice.

Partea a doua

CÎTEVA COMPONENTE STRUCTURALE ALE UNEI TEORII A EXPERIENȚEI

CAPITOLUL III

TEORII

Științele empirice sînt sisteme de teorii. Logica cunoașterii științifice poate fi numită și teorie a teoriilor.

Teoriile științifice sînt enunțuri universale. Ca orice reprezentări lingvistice, ele sînt sisteme de semne sau simboluri. Nu cred că este adecvată caracterizarea deosebirii dintre ele și enunțurile singulare prin observația că ultimele sînt „concrete“ în timp ce teoriile sînt *doar* formule sau scheme simbolice; căci la fel sînt și cele mai „concrete“ enunțuri*[1].

Teoriile sînt plasele pe care le aruncăm pentru a prinde ceea ce numim „lumea“; pentru a o raționaliza, a o explica și stăpîni. Ne străduim să facem ochiurile plasei tot mai înguste.

12. *Cauzalitate, explicație și deducerea predicțiilor*

A explica cauzal un eveniment înseamnă a deduce un enunț care îl descrie din *legi universale* și anumite enunțuri singulare despre *condiții inițiale* (Randbedingungen). Am „explicat cauzal“, de exemplu, ruperea unui fir, dacă am stabilit că firul are o rezistență la rupere de 1 kg și că de el a fost atîrnată o greutate de 2 kg. Această „explicație“ conține mai multe elemente componente: mai întîi „De cîte ori un fir este solicitat de o sarcină care depășește rezistența lui la rupere, el se va rupe“ — un enunț care are caracterul unei legi a naturii; în al doilea rînd, enunțurile singulare (în acest exemplu sînt două), care descriu cazul particular: „Pentru

---

*[1] Fac aluzie aici la un punct de vedere pe care l-am numit mai tîrziu „instrumentalism“. El a fost reprezentat la Viena de Mach, Wittgenstein și Schlick (cf. notele *4 și 7 la paragraful 4 și nota 5 la paragraful 27). După această concepție, o teorie nu este nimic altceva decît o unealtă sau un instrument care servește pentru predicție. Am analizat și criticat această concepție în lucrările *A Note on Berkeley as a Precursor of Mach* și *Three Views Concerning Human Knowledge* (apărute amîndouă în cartea mea *Conjectures and Refutations*) și mai complet în *Postscriptum*, paragrafele *11—15 și *19—26. Punctul meu de vedere poate fi expus pe scurt astfel: limba de toate zilele este saturată de teorii; observația este întotdeauna *observație în lumina teoriilor*; numai prejudecata inductivistă îi face pe mulți filozofi să creadă că ar putea să existe un limbaj fenomenal, liber față de teorii, care ar putea fi distins de un „limbaj teoretic“; în sfîrșit, că teoreticianul este interesat în explicație ca atare, adică în teorii explicative testabile: aplicațiile și predicțiile îl interesează numai din rațiuni teoretice — pentru că ele pot fi utilizate ca teste ale teoriilor. Vezi și anexa *X.

acest fir, rezistenţa la rupere este de 1 kg" şi „Greutatea atîrnată de acest fir a fost de 2 kg"*1.

Există deci două feluri diferite de enunţuri care furnizează numai împreună o „explicaţie cauzală" completă: (1) *enunţuri universale*, ipoteze, legi ale naturii şi (2) *enunţuri singulare* care descriu un caz particular, pe care le numesc „condiţiile iniţiale". Din enunţurile universale în conjuncţie cu condiţiile iniţiale putem *deduce* enunţul singular: „Acest fir se va rupe". Numim acest enunţ o *predicţie* specifică sau singulară*2.

Condiţiile iniţiale descriu ceea ce numim, de obicei, „cauza" (faptul că de un fir cu rezistenţa la rupere de 1 kg a fost atîrnată o greutate de 2 kg a fost cauza ruperii sale) iar predicţia ceea ce numim „efectul". Voi evita ambele expresii. În fizică utilizarea expresiei „explicaţie cauzală" este limitată de cele mai multe ori la cazul special în care legile universale au forma legilor „acţiuni prin contact" sau mai precis a *acţiunii la distanţă infimă*, exprimate prin ecuaţii diferenţiale. Nici această restricţie nu va fi luată în considerare aici. Nu voi formula nici vreo afirmaţie generală cu privire la aplicabilitatea universală a acestei metode deductive a explicaţiei teoretice, în speţă nici un *„principiu al cauzalităţii"*.

„Principiul cauzalităţii" este afirmaţia că orice eveniment poate fi explicat cauzal, adică prezis pe cale deductivă. După modul cum este înţeles cuvîntul „poate", această afirmaţie va fi sau o tautologie (un enunţ analitic) sau o aserţiune despre realitate (un enunţ sintetic). Dacă „poate" indică o posibilitate logică, afirmaţia este tautologică, căci în cazul oricărei predicţii pot fi găsite enunţuri universale şi condiţii iniţiale, din care ea să poată fi derivată. (Dacă aceste enunţuri universale au fost testate şi coroborate în alte situaţii, este desigur o altă problemă.) Dacă „poate" înseamnă însă că lumea este guvernată de legi stricte, că ea este astfel construită încît fiecare eveniment este un caz particular al unei legităţi universale, atunci enunţul este sintetic, dar, cum vom vedea (paragraful 78), nefalsificabil. Nu voi susţine şi nici nu voi respinge „principiul cauzalităţii", ci mă voi mulţumi să-l exclud, ca „enunţ metafizic", din domeniul ştiinţei[44].

Voi formula în schimb o regulă metodologică simplă, care este în mare măsură analoagă „principiul cauzalităţii" (acesta poate fi considerat drept corelatul ei metafizic), anume regula de a nu înceta căutarea legilor, a unui sistem teoretic unitar şi de a nu abandona încercările de a explica ca-

---

*1 O analiză mai clară a acestui exemplu, în care putem distinge două legi şi două condiţii iniţiale, este următoarea: „Pentru orice fir cu o structură dată S (determinată de material, grosime ş.a.m.d.) există o greutate w astfel încît firul se va rupe ori de cîte ori va fi solicitat de o greutate mai mare decît w" şi „Pentru orice fir cu structura S_1 greutatea w_1 este de 1 kg". Acestea sînt cele două legi generale. Cele două condiţii iniţiale sînt: „Acesta este un fir cu structura S_1" şi „Greutatea care va fi atîrnată de acest fir este de 2 kg".

*2 Termenul „predicţie" *(Prognose)*, aşa cum este utilizat aici, cuprinde şi enunţuri despre trecut („retrodicţii") şi chiar enunţuri „date", pe care dorim să le explicăm („explicanda"); cf. lucrarea mea *The Poverty of Historicism*, 1945, p. 133 a ediţiei din 1957 şi *Postscriptum*, paragraful *15.

uzal orice eveniment pe care îl putem descrie[1]. Această regulă îl conduce pe cercetătorul ştiinţific în munca sa. Punctul de vedere că noile evoluţii din fizică cer să se renunţe la această regulă, fiindcă aceasta ar fi dovedit că, cel puţin într-un anumit domeniu, căutarea legilor ar fi lipsită de sens[2], nu îl consider corect. Voi reveni (în paragraful 78) la această problemă*[3].

13. *Universalitate strictă şi universalitate numerică*

Putem distinge între două feluri de enunţuri sintetice universale: strict universale şi numeric universale. Numai enunţurile strict universale corespund cu ceea ce am avut în vedere cînd am vorbit de enunţuri universale, de teorii şi legi ale naturii; cele numeric universale sînt echivalente cu enunţuri singulare sau conjuncţii de enunţuri singulare şi le voi numi aici enunţuri singulare.

Să comparăm, de exemplu, următoarele două enunţuri: (a) Pentru toţi oscilatorii armonici este adevărat că energia lor nu scade niciodată sub o anumită valoare $\left(\text{anume}\frac{h\nu}{2}\right)$; (b) pentru toţi oamenii care trăiesc acum pe pămînt este adevărat că înălţimea lor rămîne sub o anumită valoare $\left(\text{să zicem } 2\frac{1}{2} \text{ metri}\right)$. Pentru logica formală (inclusiv cea simbolică), care se interesează numai de teoria deducţiei, ambele enunţuri sînt „enunţuri uni-

---

[1] Ideea de a considera principiul cauzalităţii ca expresie a unei asemenea reguli sau a unei asemenea decizii îşi are originea la H. GOMPERZ, *Das Problem der Willensfreiheit*, 1907. Cf. SCHLICK, *Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik*, („*Naturwissenschaften*" *19*, 1931), p. 154. *Simt nevoia să spun aici mai explicit că decizia de a căuta explicaţii cauzale este cea prin care teoreticianul îşi fixează ţelul său sau ţelul ştiinţei teoretice, în general. Scopul său este să găsească *teorii explicative* (dacă este posibil, teorii explicative *adevărate*), adică teorii care descriu anumite proprietăţi structurale ale lumii şi care ne permit să deducem, cu ajutorul condiţiilor iniţiale, efectele pe care vrem să le explicăm. Acest paragraf şi-a propus să explice, fie şi pe scurt, ce înţeleg prin explicaţie cauzală. O expunere ceva mai amănunţită se găseşte în anexa *X şi în paragraful *15 al *Postscriptum*-ului. Explicaţia pe care am dat-o „explicaţiei" a fost adoptată de unii pozitivişti şi „instrumentalişti", care au văzut în ea o încercare de a elimina explicaţia prin aserţiunea că teoriile explicative nu sînt *nimic altceva*, decît premise pentru a deduce predicţii. Doresc, prin urmare, să spun foarte clar că, după părerea mea, interesul teoreticianului pentru *explicaţie*, pentru descoperirea teoriilor explicative, este ireductibil la interesul practic, tehnologic al deducerii de predicţii. Iar interesul teoreticianului pentru *predicţii* se datoreşte interesului său pentru problema dacă teoriile sale sînt adevărate, cu alte cuvinte, interesului pentru testarea teoriilor, pentru stabilirea faptului dacă nu se poate cumva arăta că ele sînt false. Vezi şi anexa *X, nota 4 şi textul.

[2] Punctul de vedere este susţinut de exemplu de SCHLICK, *op. cit.*, p. 155: „... această imposibilitate (este vorba de afirmarea de către Heisenberg a imposibilităţii unor predicţii exacte)... înseamnă că este imposibil *să căutăm* o asemenea formulă". (Cf. nota 1 la paragraful 78.)

*[3] Vezi însă şi capitolele *IV şi *VI din *Postscriptum*.

versale“ (implicaţii „formale“ sau „generale“)[1]. Eu cred totuşi că este necesar să se sublinieze diferenţa dintre ele. Enunţul (a) pretinde să fie adevărat pentru orice punct al spaţiului şi al timpului. Enunţul (b), dimpotrivă, se referă la o clasă finită de elemente înăuntrul unui domeniu spaţio-temporal individual; enunţurile de acest tip pot fi înlocuite, în principiu, printr-o conjuncţie de enunţuri singulare şi, dacă avem timp, putem enumera toate elementele acestei clase finite. De aceea vorbesc, în astfel de cazuri, de universalitate numerică. Dimpotrivă, enunţul despre oscilatori ar putea fi înlocuit printr-o conjuncţie de enunţuri singulare în număr finit numai dacă presupunem că lumea este finită în timp şi că în această lume există un număr finit de oscilatori. Nu facem însă o asemenea presupunere şi nu introducem, mai ales, o asemenea presupunere în definiţia conceptelor fizicii, ci concepem enunţul (a) ca un *enunţ universal*, adică ca un enunţ asupra unui număr nelimitat de elemente. Este clar că dacă e interpretat în acest fel, enunţul (a) nu poate fi înlocuit printr-o conjuncţie a unui număr finit de enunţuri singulare.

Utilizarea pe care o dau conceptului de enunţ universal strict este în opoziţie cu punctul de vedere că orice enunţ sintetic universal trebuie să fie în principiu traductibil printr-o conjuncţie finită de enunţuri singulare. Susţinătorii acestui punct de vedere[2] insistă asupra faptului că ceea ce eu numesc un enunţ strict universal nu poate fi niciodată verificat, iar enunţurile neverificabile sînt respinse de ei pe baza criteriului sensului sau a altor consideraţii asemănătoare.

Este clar că într-o asemenea concepţie asupra legilor naturii, în care se şterge deosebirea dintre enunţurile universale şi cele singulare, problema inducţiei apare ca solubilă; căci inferenţe de la enunţuri singulare la enunţuri numeric universale sînt, fireşte, admisibile. Tot aşa de clar este însă că problema metodologică a inducţiei nu este prin aceasta atinsă; verificarea unei legi a naturii ar fi efectuată numai dacă toate evenimentele singulare cărora li se aplică legea ar fi cercetate empiric şi s-ar constata că sînt în acord cu ea — ceea ce este, bineînţeles, irealizabil.

În orice caz, problema dacă legile ştiinţei sînt strict sau numeric universale nu poate fi rezolvată prin argumente, ci numai prin decizie sau convenţie. Ţinînd seama de situaţia metodologică, cred că este convenabil să considerăm legile naturii ca enunţuri sintetice şi strict universale, ca enunţuri neverificabile de forma: „Pentru toate punctele spaţiului şi timpului (sau pentru toate regiunile spaţiului şi timpului) este adevărat că...“ Voi numi „specifice“ sau „singulare“ acele enunţuri care se referă numai la anumite regiuni finite ale spaţiului şi timpului.

---

[1] Logica clasică (ca şi logica simbolică sau „logistica“) deosebeşte enunţuri universale, particulare şi singulare. Un enunţ universal este un enunţ despre toate elementele unei anumite clase, un enunţ particular este un enunţ despre o parte a acestor elemente, un enunţ singular este un enunţ despre un anumit element (despre un individ). Această împărţire nu are raţiuni epistemologice, ci a fost dezvoltată în raport cu necesităţile studiului inferenţelor logice. Nu pot, deci, identifica ceea ce se numesc „enunţuri universale“ nici cu enunţurile universale ale logicii clasice, nici cu implicaţiile „formale“ sau „generale“ ale logisticii (cf. nota 6 la paragraful 14). *Vezi acum şi anexa *X, şi *Postscriptum*, mai ales paragraful *15.

[2] Cf., de exemplu, F. KAUFMANN, *Bemerkungen zum Grundlagenstreit in Logik und Mathematik*, „*Erkenntnis*“, *2*, 1931, p. 274.

Voi aplica distincţia dintre enunţurile strict universale şi cele numeric universale (care este mai corect să fie numite singulare) numai enunţurilor sintetice. Menţionez totuşi posibilitatea de a aplica această distincţie şi enunţurilor analitice (de exemplu, anumitor enunţuri matematice)[3].

14. *Concepte universale şi concepte individuale*

Distincţia dintre *enunţuri* universale şi singulare este strîns legată cu distincţia dintre *concepte universale şi individuale.*

Asează distincţie este ilustrată, în mod obişnuit, cu exemple de următorul fel: „conducător de oşti", „planetă", „H_2O" sînt concepte universale sau nume universale, pe cînd „Napoleon", „Pămîntul", „Oceanul Atlantic" sînt concepte individuale sau nume proprii. În aceste exemple conceptele individuale se caracterizează prin faptul că ele însele sînt nume proprii sau sînt definite cu ajutorul unor nume proprii, în timp ce conceptele universale pot fi definite fără intervenţia numelor proprii.

Consider distincţia dintre concepte universale şi individuale ca fiind de importanţă fundamentală. Orice aplicaţie a ştiinţei se bazează pe inferenţe de la ipoteze ştiinţifice, care sînt enunţuri universale, la cazuri particulare, pe derivarea unor predicţii despre indivizi. În orice enunţ singular intervin însă concepte individuale.

Conceptele individuale intervin adesea în enunţurile individuale ale ştiinţei în chip de coordonate spaţio-temporale. Orice aplicaţie a unui sistem de coordonate spaţio-temporal implică referirea la concepte individuale; punctele origine ale unui asemenea sistem sînt fixate prin nume proprii sau echivalenţii lor — de exemplu „Greenwich" şi „anul naşterii lui Cristos". În acest fel, un număr oricît de mare de concepte individuale pot fi reduse la foarte puţine[1].

Expresii vagi şi generale ca „lucrul acesta de aici", „lucrul acela de acolo" pot fi utilizate uneori ca nume individuale, eventual în conjuncţie cu gesturi indicatoare de un anumit fel; pe scurt, putem utiliza semne care nu sînt nume proprii sau coordonate individuale. Uneori delimităm şi conceptele universale indicînd indivizi şi arătînd în acelaşi timp prin expresii, cum ar fi „şi altele asemănătoare", „şi aşa mai departe", că dorim ca aceşti indivizi să fie consideraţi numai ca reprezentanţi ai unei clase desemnate de un termen universal. Este neîndoielnic că noi învăţăm prin asemenea procedee ostensive *folosirea* conceptelor universale, *aplicarea* lor la lucruri individuale. Căci baza logică a acestei folosiri este faptul că relaţia dintre conceptele in-

---

[3] Exemple: a) Orice număr natural are un succesor, b) Cu excepţia numerelor 11, 13, 17, 19, toate numerele între 10 şi 20 sînt divizibile.

[1] În schimb, unităţile de măsură care sînt fixate la început prin concepte individuale (rotaţia Pămîntului, metrul etalon de la Paris) pot fi definite în principiu prin concepte universale, de exemplu prin lungimea de undă sau frecvenţa luminii monocromatice emise de atomi trataţi într-un anumit fel.

dividuale, care pot desemna nu numai indivizi, ci şi clase, şi conceptele universale, poate fi o relaţie ca de la un element la o clasă cît şi o relaţie ca de la o parte a clasei la întreaga clasă. De ex. „cîinele meu Lux" nu este numai un element al clasei „cîinii din Viena", care este un concept individual, ci şi un element al clasei „mamiferelor", care este un concept universal. Iar „cîinii din Viena" nu este numai o subclasă a clasei „cîinii din Austria" (concept individual), ci şi o subclasă a clasei „mamifere" (concept universal).

Folosirea conceptului „mamifer", ca exemplu de concept universal, poate duce la confuzii; cuvinte ca „mamifer" şi „cîine" nu sînt determinate univoc în folosirea lor curentă. Dacă ele trebuie înţelese ca nişte cuvinte individuale sau universale, aceasta depinde de faptul dacă aceste cuvinte se referă la rase de animale care trăiesc pe planeta noastră sau la corpuri fizice cu anumite însuşiri generale. Acelaşi lucru se poate spune despre concepte ca „pasteurizat", „sistemul lui Linné", „latinism", în măsura în care este posibil să eliminăm numele proprii ce intervin în aceste expresii (sau dimpotrivă, să le definim cu ajutorul acestor nume proprii)*[1].

Aceste exemple lămuresc ceea ce înţeleg aici prin „concepte universale" şi „concepte individuale". Dacă ar trebui să formulez o definiţie, aş spune: „conceptul individual este un concept pentru a cărui definiţie sînt indispensabile nume proprii sau semne echivalente; dimpotrivă dacă numele proprii pot fi eliminate, conceptul este universal". O asemenea definiţie nu înseamnă însă mare lucru, fiindcă nu face decît să reducă ideea de concept sau de nume individual la aceea de nume propriu, adică de nume al unui lucru fizic individual.

Consider că modurile de utilizare indicate ale expresiilor „universal" şi „individual" corespund îndeaproape utilizării lor curente. Oricum, distincţia este indispensabilă dacă vrem să păstrăm deosebirea dintre enunţuri universale şi enunţuri singulare. (Există o analogie deplină între problema universaliilor şi problema inducţiei.) Încercarea de a caracteriza un individ prin anumite însuşiri şi relaţii universale, care par să-i fie caracteristice numai lui, nu poate să reuşească; nici un individ determinat nu poate fi caracterizat în acest fel, ci numai clasa universală a tuturor acelor indivizi cărora li se potriveşte o asemenea caracterizare. Nici aplicarea unor determinări spaţio-temporale cu caracter universal[2] nu schimbă nimic; căci dacă există, în genere, indivizi care satisfac o caracterizare prin concepte universale, şi cîţi de mulţi sînt aceştia, rămîne întotdeauna o chestiune deschisă.

Tot aşa încercarea de a defini nume universale prin nume individuale este sortită eşecului. Acest fapt a fost trecut adesea cu vederea şi s-a crezut că este posibil să se treacă prin „abstractizare" de la concepte individuale la concepte universale. Acest punct de vedere este înrudit cu cel al logicii

---

*[1] „Pasteurizat" poate fi definit fie ca „tratat după indicaţiile lui Louis Pasteur" (sau ceva asemănător) fie ca „încălzit la 80°C şi ţinut la această temperatură zece minute". În prima definiţie, „pasteurizat" este un concept individual, în a doua un concept universal.

[2] Nu „spaţiul şi timpul" în general, ci determinaţii spaţio-temporale individuale, reductibile la nume proprii, sînt *„principii de individualizare"*.

inductive, care vorbeşte de ridicarea de la enunţuri singulare la enunţuri universale. Ambele proceduri sînt logic irealizabile[3]. Este adevărat că ne putem ridica în acest fel la clase de indivizi, dar aceste clase rămîn concepte individuale definite cu ajutorul numelor proprii (clase ca „generalii lui Napoleon", „locuitorii Parisului" sînt concepte individuale). Cum se vede, distincţia dintre concepte universale şi singulare nu are nimic de-a face cu distincţia dintre clase şi elemente: atît concepte individuale cît şi concepte universale pot să reprezinte fie clase, fie elemente.

Nu este, de aceea, posibil să abolim distincţia dintre concepte individuale afirmînd, cum face Carnap, că... „această distincţie nu este justificată" fiindcă „...fiecare concept poate fi considerat ca un concept individual sau universal, în funcţie de punctul de vedere adoptat", concluzie întemeiată pe constatarea că: „...aproape toate *aşa numitele concepte individuale sînt clase*..., la fel ca şi conceptele universale"[4]. Cum tocmai am arătat, această afirmaţie este corectă, dar nu are nimic de-a face cu distincţia în discuţie.

Alţi cercetători în domeniul logicii simbolice (logisticii) au confundat într-un mod similar distincţia dintre concepte universale şi concepte individuale cu cea dintre clase şi elemente[5]. Desigur că nu este interzis să folosim cuvintele „nume universale" şi „nume individuale" ca sinonime cu „clase", respectiv „ellemente"; o asemenea folosire nu este însă recomandabilă. Problemele nu pot fi soluţionate în acest fel; dimpotrivă, vom fi împiedicaţi să le vedem. Situaţia este asemănătoare cu cea pe care am întîlnit-o în cazul distincţiei dintre enunţuri universale şi singulare. Instrumentele logi-

---

[3] Nici „metoda abstracţiei" folosită în logica simbolică nu poate mijloci ridicarea de la nume individuale la nume universale. Dacă clasa definită prin metoda abstracţiei este definită extensional prin nume individuale, atunci va fi şi ea însăşi un concept individual.

[4] R. CARNAP, *Der logische Aufbau der Welt*, p. 213. (Adaos la corectură, 1934.) Nici în *Logische Syntax der Sprache* a lui CARNAP nu pare să fie considerată distincţie dintre nume individuale şi nume universale; distincţia nu pare să poată fi exprimată în „limbajul coordonatelor" construit de Carnap. S-ar putea crede că (cf. p. 11) „coordonatele", semnele de nivelul cel mai scăzut, pot fi interpretate ca nume individuale (şi că deci sistemul de coordonate ar fi fixat prin referire la indivizi). Dar această interpretare nu poate fi acceptată, căci Carnap scrie (p. 87, cf. şi p. 114) că în limbajele pe care le utilizează „... toate expresiile de nivelul cel mai scăzut sînt expresii numerice", şi anume în sensul semnului primitiv nedefinit „număr" la Peano. (cf. p. 31 şi p. 36). Aceasta arată clar că semnele numerice, care intervin în calitate de coordonate, nu sînt gîndite ca nume proprii sau coordonate individuale, ci ca nume universale. (Ele sînt „individuale" numai într-un sens figurat — cf. nota 3 (b) de la paragraful 13.)

[5] Nici distincţia pe care o fac Russell şi Whitehead între „indivizi" sau „particulare", pe de o parte, şi „universale", pe de altă parte, nu are nimic comun cu distincţia dintre nume individuale şi nume universale, aşa cum a fost introdusă aici. După terminologia lui Russell, în propoziţia „Napoleon este un general francez", „Napoleon" este, ca şi la mine, un „individ", în timp ce „generalul francez" este un „universal"; în schimb, în propoziţia „Azotul este un nonmetal", „nonmetal" este, ca şi la mine, un „universal", în timp ce „azot" este, însă, un „individ". Ceea ce Russell numeşte „descripţii" *(descriptions)* nu corespunde „numelor individuale" în terminologia mea, căci de exemplu, clasa „punctelor corpului meu" este pentru mine un concept individual, dar nu poate fi reprezentat printr-o „descripţie". Cf. WHITEHEAD, RUSSELL, *Principia Mathematica* (ediţia a doua, 1925, vol. I), Introducere la ed. a II-a, II, I, p. XIX şi urm.

cii simbolice sînt la fel de puţin adecvate pentru problema universaliilor cum sînt şi pentru problema inducţiei[6].

15. *Enunţuri strict universale şi enunţuri strict existenţiale*

Nu este suficient să caracterizăm enunţurile universale numai prin aceea că în ele nu intervin concepte individuale. Dacă cuvîntul „corb" este folosit ca nume universal, enunţul „Toţi corbii sînt negri" va fi un enunţ strict universal; în alte enunţuri, de exemplu „Mulţi corbi sînt negri" sau „Există corbi negri", intervin de asemenea numai concepte universale şi totuşi nu vom caracteriza asemenea enunţuri ca enunţuri universale.

Enunţurile în care intervin numai nume universale le voi numi „stricte" sau „pure". Dintre acestea, sînt importante pentru mine, în afara enunţurilor strict universale, enunţurile de forma „Există corbi negri" (avînd sensul: „Există cel puţin un corb negru"), pe care le numesc *enunţuri strict (sau pur) existenţiale*. Dacă negăm un enunţ universal obţinem un enunţ strict existenţial, şi invers. De exemplu „*Nu* toţi corbii sînt negri" este echivalent cu „Există corbi nonnegri".

Teoriile ştiinţelor naturii, legile naturii, avînd forma logică a enunţurilor strict universale, pot fi exprimate, deci, şi ca negaţii ale unor enunţuri strict existenţiale. De exemplu, legea conservării energiei poate fi exprimată, după cum se ştie, şi sub forma: „Nu există perpetuum mobile", iar ipoteza sarcinii electrice elementare, sub forma: „Nu există sarcină electronică care să nu fie un multiplu întreg al sarcinii electrice elementare".

Aceste formulări ne arată clar că legile naturii pot fi caracterizate ca „interdicţii". Ele nu afirmă că ceva există, ci că ceva nu există. Ele subliniază inexistenţa unor lucruri sau stări de lucruri, interzicîndu-le oarecum sau excluzîndu-le. Tocmai datorită acestei forme sînt ele *falsificabile*. Dacă acceptăm ca adevărat un enunţ singular care afirmă existenţa unui eveniment interzis de o lege şi încalcă deci interdicţia formulată de această lege („Aparatul care se găseşte în cutare loc este un perpetuum mobile"), legea este prin aceasta infirmată.

Enunţurile strict existenţiale sînt, dimpotrivă, nefalsificabile. Nici un enunţ singular (nici un enunţ de bază) nu poate intra în contradicţie cu

[6] Nici distincţia dintre enunţuri universale şi singulare nu poate fi exprimată în sistemul Russell-Whitehead. Nu este corect să se spună că aşa-numitele implicaţii „formale" sau „generale" trebuie să fie enunţuri universale. Căci orice enunţ singular poate fi pus în forma unei implicaţii generale. De exemplu, enunţul „Napoleon s-a născut în Corsica" poate fi exprimat în forma (x) $(x=N\rightarrow\varnothing x)$, în cuvinte: pentru orice x este adevărat că dacă x este identic cu Napoleon, atunci x s-a născut în Corsica.

O implicaţie generală se scrie „(x) $(\varnothing x\rightarrow fx)$", unde „operatorul universal" "(x)" poate fi citit: „Este adevărat pentru toate valorile lui x"; „$\varnothing x$" şi „fx" sînt „*funcţii propoziţionale*" (de ex. „x s-a născut în Corsica", fără să se spună cine este x; o funcţie propoziţională nu poate fi nici adevărată, nici falsă). Semnul „$\rightarrow$" se citeşte: „dacă este adevărat că..., atunci este adevărat că..."; funcţia propoziţională $\varnothing x$ care îl precedă pe „$\rightarrow$" poate fi numită *antecedentul funcţiei propoziţionale condiţionale*, iar fx, *consecventul funcţiei propoziţionale condiţionale*, sau *predicaţia*; iar *implicaţia generală* x $(\varnothing x\rightarrow fx)$ spune că toate valorile lui x care satisfac pe $\varnothing$ satisfac şi pe f.

enunţul strict existenţial „Există corbi albi". Numai un enunţ strict universal îl poate contrazice. Pe baza criteriului meu de demarcaţie, va trebui să caracterizez enunţurile strict existenţiale ca neempirice sau „metafizice". Această caracterizare poate să apară la început ca inadecvată, ca neconformă cu practica ştiinţei empirice. Se poate obiecta, pe bună dreptate, că există teorii care au forma unor enunţuri strict existenţiale. Un exemplu ar fi un enunţ dedus din sistemul periodic al elementelor, care asertează existenţa unor elemente cu anumite numere atomice. Dar dacă ipoteza că există un element cu un anumit număr atomic va trebui să fie formulată în aşa fel încît să devină testabilă, atunci se cere mai mult decît un enunţ strict existenţial. De exemplu, elementul cu numărul de ordine 72 (Hafnium) nu a fost descoperit numai pe temeiul unui enunţ strict existenţial izolat*[1]; dimpotrivă, toate încercările de a-l descoperi au fost zadarnice atît timp cît Bohr nu a reuşit să prezică cîteva din proprietăţile sale, deducîndu-le din teoria sa. Teoria lui Bohr şi consecinţele ei privitoare la acest element nu sînt însă enunţuri izolate pur existenţiale, ci sînt enunţuri strict universale. Faptul că decizia mea de a considera enunţurile strict existenţiale simple sau izolate ca neempirice, pe temeiul că sînt nefalsificabile, este utilă şi în acord cu vorbirea curentă, va reieşi din teoria mea asupra enunţurilor probabilistice şi a testării lor. (Cf. paragrafele 66—68).

Enunţurile stricte sau pure, fie universale, fie existenţiale, nu sînt limitate spaţio-temporal, nu se referă la o regiune spaţio-temporală determinată. Acesta este motivul pentru care enunţurile stric existenţiale sînt nefalsificabile; nu putem investiga întreg universul pentru a stabili că ceva nu există. Din acelaşi motiv enunţurile strict universale nu sînt verificabile; căci pentru a le verifica, ar trebui, ca şi mai înainte, să investigăm întreg universul pentru a putea spune că ceva nu există. Totuşi, atît enunţurile strict universale cît şi cele strict existenţiale sînt în principiu testabile,dar numai *unilateral*: dacă stabilim că există ceva aici sau acolo, aceasta verifică un enunţ strict existenţial şi falsifică un enunţ strict universal.

Asimetria pe care am evidenţiat-o, cu consecinţa ei, falsificabilitatea unilaterală a enunţurilor ştiinţei empirice, va apărea în acest punct al expunerii mai puţin problematică decît mai înainte, (paragraful 6). Vedem acum că nu este presupusă o asimetrie a raporturilor *logice*; aceste raporturi sînt simetrice. Enunţurile strict universale şi enunţurile strict existenţiale sînt construite simetric unele în raport cu celelalte. Numai*[2] criteriul meu de demarcaţie trasează o linie care dă naştere asimetriei.

---

*[1] Faptul că numai enunţuri existenţiale „simple" sau „izolate" au fost caracterizate de mine ca nefalsificabile şi că sisteme teoretice falsificabile pot cuprinde enunţuri existenţiale, a fost trecut adesea cu vederea de critică. Împreună cu alte enunţuri, un enunţ existenţial poate spori uneori conţinutul empiric al întregului context; el poate îmbogăţi teoria căreia îi aparţine şi spori gradul ei de falsificabilitate şi testabilitate. În acest caz, sistemul teoretic care include enunţul existenţial în discuţie va fi caracterizat ca ştiinţific, mai curînd decît ca metafizic.

*[2] Cuvîntul „numai" de aici nu trebuie luat prea în serios. Situaţia este foarte simplă. Dacă este caracteristic pentru ştiinţa empirică să considere numai *enunţuri singulare* ca enunţuri-test, atunci asimetria este consecinţa faptului că, în raport cu *enunţurile singulare*, enunţurile strict universale sînt numai falsificabile iar enunţurile strict existenţiale, numai verificabile. Vezi şi paragraful *22 din *Postscriptum*.

16. *Sisteme teoretice*

Teoriile ştiinţifice sînt în continuă schimbare. Acesta nu este un fenomen întîmplător, ci unul caracteristic pentru ştiinţa empirică, în lumina modului cum am caracterizat-o. De aceea numai anumite ramuri ale ştiinţei — şi acestea numai provizoriu — iau forma unui sistem pe de-a întregul elaborat şi închis. Totuşi, sistemul din momentul respectiv poate fi, de obicei, cuprins bine în toate conexiunile lui importante şi orice testare are ca premisă că acesta este, într-un moment al timpului, atît de închis încît noi presupoziţii nu pot fi introduse în el prin contrabandă. Cu alte cuvinte, sistemul trebuie să fie formulat suficient de clar şi de precis pentru ca orice nouă presupunere să poată fi uşor recunoscută ca atare; introducerea unei noi presupoziţii ar trebui apreciată ca o schimbare, ca o *revizuire* a sistemului.

Iată de ce cred că se tinde întotdeauna spre o formă sistematică riguroasă, spre forma unui *sistem axiomatic*, formă pe care Hilbert a reuşit să o dea anumitor ramuri ale fizicii teoretice. Toate presupoziţiile necesare sînt formulate într-un mic număr de „axiome" (sau „postulate" sau „enunţuri primitive"; nici o presupoziţie cu privire la adevărul enunţurilor nu este implicată în folosirea pe care o dau acestor termeni). Axiomele sînt alese în aşa fel încît toate celelalte enunţuri aparţinînd sistemului teoretic să poată fi derivate din ele prin transformări pur logice sau matematice.

Spunem că un sistem teoretic este axiomatizat dacă este formulată o mulţime de enunţuri, axiomele, care satisfac următoarele patru cerinţe: (a) *necontradicţia*, echivalentă cu cerinţa[1] ca nu orice enunţ, ales arbitrar, să poată fi dedus din sistemul axiomatic; (b) *independenţa*, adică cerinţa de a nu conţine vreo axiomă care poate fi dedusă din celelalte axiome. (Cu alte cuvinte, un enunţ este numit axiomă numai dacă nu poate fi dedus din celelalte enunţuri ale sistemului.) Aceste două condiţii privesc sistemul de axiome ca atare. În ceea ce priveşte raporturile axiomelor cu celelalte enunţuri ale sistemului, axiomele trebuie să fie (c) *suficiente* pentru deducerea tuturor enunţurilor teoriei axiomatizate şi (d) *necesare* pentru acest scop, ceea ce înseamnă că nu trebuie să conţină presupoziţii superflue[2].

Într-o teorie astfel axiomatizată este posibilă cercetarea relaţiilor de dependenţă mutuală dintre diferite părţi ale sistemului. Putem cerceta, de exemplu dacă o parte a teoriei este derivabilă dintr-o parte a sistemului axiomelor. Cercetări de acest fel (de care ne vom ocupa în paragrafele 63-64 şi 75-77) sînt importante şi pentru problema falsificabilităţii. Ele vădesc de ce falsificarea unui enunţ dedus din teorie înseamnă uneori nu falsificarea întregului sistem, ci numai a unei părţi a lui. Căci, deşi teoriile fizice nu sînt, în

[1] Cf. paragraful 24.

[2] Privitor la aceste patru cerinţe şi la cele spuse în paragraful ce urmează, vezi şi expunerea oarecum diferită a lui CARNAP, *Abriss der Logistik*, 1927, p. 70 şi urm.

general, complet axiomatizate, conexiunile între diferitele lor părţi sînt de cele mai multe ori suficient de clare pentru a putea decide care anume părţi ale sistemului sînt afectate de o falsificare*1.

17. *Cîteva posibilităţi de interpretare a unui sistem axiomatic*

Punctul de vedere al raţionalismului clasic, că axiomele anumitor sisteme, de exemplu, ale geometriei euclidiene, trebuie recunoscute ca „nemijlocit evidente", „de la sine înţelese" ş.a.m.d., nu va fi discutat aici. Doresc doar să menţionez că nu împărtăşesc acest punct de vedere. Socot admisibile două interpretări ale unui sistem axiomatic: axiomele pot fi considerate (i) drept *convenţii* sau (ii) drept *ipoteze* empirice.

(i) Considerate drept convenţii, axiomele fixează modul de folosire a *conceptelor* care intervin în ele; ele determină ce se poate spune despre aceste concepte şi ce nu. Se obişnuieşte să se spună că axiomele sînt definiţii implicite ale conceptelor care intervin în ele. Această caracterizare poate fi explicată printr-o analogie între un sistem de axiome şi un sistem (necontradictoriu şi solubil) de ecuaţii.

Printr-un sistem de ecuaţii, valorile admisibile ale „necunoscutelor" (sau variabilelor) sînt într-un fel sau altul determinate. Chiar dacă sistemul de ecuaţii nu determină o soluţie unică, el nu permite ca „necunoscutele" (variabilele) să fie substituite cu orice combinaţie posibilă de valori. Mai degrabă, se poate spune că sistemul de ecuaţii caracterizează anumite combinaţii de valori ca admisibile şi altele ca inadmisibile, şi distinge sistemele de valori admisibile de cele inadmisibile. Într-un mod asemănător, pot fi distinse sisteme de concepte admisibile şi inadmisibile cu ajutorul a ceea ce s-ar putea numi „ecuaţie-enunţ" (Aussagegleichung). O „ecuaţie-enunţ" ia naştere dintr-o funcţie propoziţională (cf. nota 6 la paragraful 14), adică dintr-un enunţ incomplet în care intervin mai multe „locuri goale"; de ex. „Un izotop al elementului x are greutatea atomică 65" sau „$x+y=12$". Orice asemenea funcţie propoziţională va fi transformată într-un *enunţ* prin substituţia lui x şi y cu anumite valori, enunţul fiind adevărat sau fals în funcţie de valorile cu care se face substituţia. Astfel, în primul exemplu substituţia lui x cu cuvintele „cupru" şi „zinc" dă naştere unui enunţ adevărat, iar alte substituţii dau naştere unui enunţ fals. Ceea ce numesc o „ecuaţie-enunţ" ia naştere dacă decidem să admitem, pentru substituţie, numai asemenea valori care transformă funcţia propoziţională într-un *enunţ adevărat*. Printr-o asemenea ecuaţie-enunţ este definită o anumită clasă de sisteme-valori, clasa acelor sisteme de valori care o satisfac. Analogia cu o ecuaţie matematică este clară. Dacă al doilea exemplu de mai sus este interpretat nu ca funcţie propoziţională, ci ca ecuaţie-enunţ, el devine o ecuaţie în sensul (matematic) curent.

---

*1 Acest aspect este discutat mai amănunţit în *Postscriptum*, mai ales în paragraful * 22.

Un sistem de axiome poate fi tratat mai întîi, atît timp cît termenii săi primitivi sînt consideraţi ca locuri goale, ca un sistem de funcţii propoziţionale; dacă decidem să realizăm substituţii numai cu sisteme de valori care îl satisfac, el devine un sistem de ecuaţii-enunţ. Un asemenea sistem defineşte implicit o clasă de sisteme conceptuale. Fiecare sistem de concepte care satisface un sistem de axiome poate fi numit un *model al acelui sistem de axiome**[1].

Interpretarea unui sistem de axiome ca un sistem de definiţii implicite (convenţii) poate fi exprimată şi în felul următor: convenim că numai modelele pot fi admise pentru substituţie*[2]. Dacă facem însă substituţia cu un model, obţinem un sistem de enunţuri analitice (deoarece enunţurile vor fi în acest caz adevărate prin convenţie). Un sistem de axiome interpretat în acest fel nu poate fi deci considerat ca un sistem de ipoteze empirice, căci el nu poate fi respins prin falsificarea consecinţelor sale, acestea trebuind să fie şi ele analitic adevărate.

(ii) Cum poate fi interpretat un sistem de axiome ca un sistem de *ipoteze* empirice? Punctul de vedere curent este că termenii primitivi care intervin în sistemul axiomatic nu trebuie consideraţi ca implicit definiţi, ci drept „constante extralogice". De exemplu concepte ca „linie dreaptă" şi „punct", care intervin în orice sistem de axiome al geometriei, pot fi interpretate ca „rază de lumină" şi „intersecţie de raze de lumină". Se consideră că, în acest fel, propoziţiile din sistemul de axiome devin enunţuri despre obiecte empirice, adică enunţuri sintetice.

Acest punct de vedere, care pare convingător, duce la anumite dificultăţi legate de problema bazei empirice. Căci nu este cîtuşi de puţin clar în ce constă definirea empirică a unui concept. În mod obişnuit, se vorbeşte de „definiţii ostensive": un concept primeşte o semnificaţie empirică determinată prin corelarea lui cu anumite obiecte din lumea reală. Conceptul este considerat atunci ca un simbol pentru aceste obiecte. Noi putem fixa însă numai folosirea numelor sau conceptelor individuale prin indicarea unor „obiecte reale" — să zicem arătînd spre un obiect şi rostind un nume sau ataşîndu-i o etichetă care poartă un nume ş.a.m.d. Conceptele care intervin într-un sistem axiomatic sînt însă universalii care nu pot fi definite prin arătare, indicare etc., ci numai explicit cu ajutorul altor concepte universale care trebuie să fie lăsate nedefinite. Este deci inevitabil ca anumite nume universale să rămînă nedefinite şi în aceasta constă dificultatea: aceste concepte nedefinite pot fi folosite întotdeauna în sensul neempiric (i), adică drept concepte definite implicit, ceea ce duce în mod inevitabil la distrugerea caracterului empiric al sistemului. Aceste dificultăţi pot fi depăşite numai prin decizia metodologică de a nu folosi în acest fel conceptele nedefinite. (Voi reveni asupra acestui punct în paragraful 20.)

Mai adaug că este întotdeauna posibil să corelăm conceptele primitive ale unui sistem axiomatic, de exemplu al geometriei, cu conceptele

*[1] Vezi nota *2.

*[2] Astăzi aş distinge clar între *sistemele de obiecte* care satisfac un sistem de axiome şi *sistemul numelor acestor obiecte* care pot fi substituite în axiome şi le fac pe acestea adevărate şi aş numi „model" numai primul sistem. În consecinţă, aş scrie acum: „numai nume ale obiectelor care reprezintă un model pot fi admise pentru substituţie".

unui alt sistem, de exemplu al fizicii. Această posibilitate este cu deosebire importantă dacă în evoluţia ştiinţei un sistem de enunţuri este explicat de un sistem nou de ipoteze, mai general, care permite nu numai deducerea enunţurilor aparţinînd primului sistem, ci şi a enunţurilor aparţinînd altor sisteme. În asemenea cazuri va fi posibilă definirea conceptelor primitive ale noului sistem cu ajutorul conceptelor care intervin deja în vechile sisteme.

18. *Nivelul de generalitate. Modus tollens*

Înăuntrul unui sistem axiomatic putem distinge enunţuri de diferite nivele de generalitate. Cele mai generale enunţuri sînt axiomele; din ele pot fi deduse enunţuri cu un nivel mai scăzut de generalitate. Enunţurile empirice mai generale au întotdeauna, în raport cu enunţurile mai puţin generale care sînt deduse din ele, caracterul unor ipoteze; ele pot fi falsificate prin falsificarea unuia dintre aceste enunţuri mai puţin generale. Dar şi enunţurile mai puţin generale ale unui asemenea sistem ipotetico-deductiv sînt tot enunţuri strict universale, în sensul de mai sus. Caracterul ipotetic al acestor enunţuri universale de un nivel mai scăzut de generalitate este adesea trecut cu vederea. Mach[1], de exemplu scrie despre teoria lui Fourier asupra propagării căldurii, pe care o califică „un model de teorie fizică“: „Aceasta se întemeiază nu pe o *ipoteză*, ci pe un *fapt observabil*“. Mach numeşte „fapt“ enunţul că „...viteza de nivelare a diferenţelor de temperatură, dacă aceste diferenţe sînt mici, este proporţională cu aceste diferenţe“ — un enunţ universal, al cărui caracter ipotetic este în afară de orice îndoială.

Voi spune chiar despre enunţurile individuale că au un caracter ipotetic în măsura în care din ele pot fi derivate, cu ajutorul unui sistem teoretic, consecinţe a căror falsificare reprezintă şi o falsificare a enunţurilor singulare din care au fost derivate.

Inferenţa falsificatoare despre care este vorba aici, inferenţa de la falsificarea unei consecinţe la falsificarea sistemului din care este derivabilă este *modus tollens* al logicii clasice. El poate fi descris după cum urmează[*1].

---

[1] E. MACH, *Prinzipien der Wärmelehre*, 1896, p. 115.

[*1] În legătură cu acest pasaj şi cu alte două pasaje de mai jos (cf. nota *1 la paragraful 35 şi nota la paragraful 36) în care folosesc simbolul „→“ aş dori să precizez că atunci cînd am scris această carte nu mi-a fost clară deosebirea dintre un enunţ condiţional (enunţ de forma „dacă — atunci“, numit uneori în mod oarecum derutant „implicaţie materială“) şi un enunţ despre deductibilitate (enunţ care aserteazä că un enunţ condiţional este logic adevărat sau analitic, că antecedentul său implică logic consecventul). Această deosebire mi-a fost explicată de Alfred Tarski la cîteva luni după publicarea cărţii mele. În carte, această problemă nu joacă un rol mare; cu toate acestea sînt obligat să atrag atenţia asupra acestei confuzii. (Aceste probleme sînt discutate mai amănunţit, de exemplu, în articolul meu din „*Mind*“, *56*, 1947, p. 193 şi urm.)

Dacă p este o consecinţă a unui sistem de enunţuri t, care constă din teorii şi condiţii iniţiale (între care nu distingem aici, de dragul simplităţii), putem simboliza relaţia de derivabilitate (implicaţie analitică) a lui p din t prin $t \rightarrow p$, care poate fi citită: „p decurge din t". Să presupunem că p este fals, ceea ce poate fi scris $\bar{p}$ şi citit „non-p". Pe temeiul relaţiei de derivabilitate $t \rightarrow p$ şi a presupunerii că $\bar{p}$, putem infera $\bar{t}$ (citit „non-t") şi să considerăm pe t ca falsificat. Dacă denotăm conjuncţia (aserţiunea simultană) a două enunţuri punînd un punct între simbolurile care le reprezintă putem scrie inferenţa falsificatoare astfel $[(t \rightarrow p) \cdot \bar{p}] \rightarrow \bar{t}$; în cuvinte: „Dacă p este derivabil din t şi dacă p este fals, atunci şi t este fals".

Prin acest fel de inferenţă este falsificat întregul *sistem* (teoria precum şi condiţiile iniţiale) care a fost utilizat pentru deducerea enunţului falsificat p, astfel încît, mai întîi, nu se poate afirma despre un enunţ sau altul al sistemului, considerat izolat, dacă este afectat sau nu de falsificare. Numai dacă p este *independent* de o anumită parte a sistemului se poate spune că această parte nu este afectată de falsificare[2]. De această consideraţie este legată următoarea posibilitate: ţinînd seama de *nivelurile de generalitate*, noi putem, în anumite cazuri, limita falsificarea la o anumită ipoteză, de exemplu la o ipoteză nou introdusă. Aceasta se poate întîmpla dacă o teorie bine coroborată, şi care continuă să fie coroborată, a fost explicată deductiv de o nouă ipoteză, caracterizată printr-un nivel mai înalt de generalitate. Se va încerca punerea în probă a noii ipoteze cu ajutorul unor consecinţe ale ei care nu au fost încă testate. Dacă una dintre ele va fi falsificată, va fi făcută vinovată de falsificare numai noua ipoteză şi vor fi propuse în locul ei alte generalizări, fără ca vechea teorie, de un nivel mai scăzut de generalitate, să fie considerată ca fiind falsificată. (Cf. şi observaţiile despre „cvasiinducţie" din paragraful 85.)

---

[2] Prin urmare, nu putem şti de la început pe care dintre diferitele enunţuri ale subsistemului t' (în raport cu care p nu este independent) trebuie să-l facem vinovat de falsificarea lui p, pe care dintre aceste enunţuri trebuie să le revizuim şi pe care să le păstrăm neschimbate. (Nu discut aici cazul enunţurilor interşanjabile.) Adesea numai instinctul ştiinţific al cercetătorului (influenţat desigur de rezultatele testelor) îl face să ghicească care dintre enunţurile lui t' pot fi considerate ca inofensive şi care necesită revizuiri. Merită să reamintim că adeseori tocmai modificarea unor enunţuri pe care sîntem înclinaţi să le considerăm inofensive (datorită acordului lor cu obişnuinţele noastre de gîndire) poate constitui punctul de plecare al unui progres important. Un exemplu remarcabil, în această privinţă, este revizuirea conceptului de simultaneitate de către Einstein.

CAPITOLUL IV

DESPRE FALSIFICABILITATE

Pornind de la presupunerea — pe care o voi examina mai tîrziu — că există enunțuri singulare falsificabile, voi cerceta aici aplicabilitatea criteriului de demarcație propus la sistemele teoretice. O confruntare cu poziția numită „convenționalism" mă conduce mai întîi la unele considerații metodologice; în continuare, voi încerca să caracterizez proprietățile logice ale acelor sisteme de enunțuri care — presupunînd că propunerile mele metodologice sînt adoptate — sînt falsificabile.

19. *Cîteva obiecții convenționaliste*

Împotriva propunerii mele de a adopta falsificabilitatea drept criteriu al apartenenței unui sistem teoretic la știința empirică au fost ridicate anumite obiecții, formulate de autori influențați de școala de gîndire cunoscută sub numele de „convenționalism"[1]. M-am referit deja pe scurt la unele dintre aceste obiecții (de exemplu în paragrafele 6, 11 și 17); în cele ce urmează ele vor fi examinate mai îndeaproape.

Punctul de plecare al filozofiei convenționaliste mi se pare a fi mirarea produsă de *simplitatea* superbă și austeră a lumii, așa cum ne este dezvăluită de legile naturii. Convenționaliștii par să socotească că această simplitate ar fi de neînțeles și miraculoasă, dacă am fi obligați să credem cum cred realiștii, că legile ne dezvăluie o simplitate internă, structurală a lumii noastre, dincolo de aparența exterioară a unei varietăți multiforme. Idealismul kantian încearcă să explice această simplitate susținînd că intelectul nostru impune legile sale naturii. În mod asemănător, dar cu și mai multă hotărîre, convenționalistul o tratează ca fiind propria noastră creație. Pentru convenționalist simplitatea nu este însă consecința faptului

---

[1] Principalii reprezentanți ai școlii sînt Poincaré și Duhem iar mai recent H. Dingler. (Dintre numeroasele sale lucrări menționez: *Das Experiment* și *Der Zusammenbruch der Wissenschaft und das Primat der Philosophie*, 1926. Germanul Hugo Dingler nu trebuie confundat cu englezul Herbert Dingle.) Principalul reprezentant al convenționalismului în lumea anglo-saxonă este Eddington. Se mai poate aminti aici că Duhem contestă posibilitatea experimentelor cruciale fiindcă le concepe ca verificări, în timp ce eu afirm posibilitatea unor experimente cruciale falsificatoare. Vezi și articolul meu „*Three Views concerning Human Knowledge*" în *Conjectures and Refutations*. (Duhem subliniază corect că nu putem infirma decît sisteme teoretice cuprinzătoare. Se pare însă că asimetria dintre verificare și falsificare i-a scăpat, ceea ce se răsfrînge asupra analizei pe care o face experimentelor cruciale.)

că legile intelectului se impun naturii şi fac în acest fel natura simplă. Căci nu natura este, după el, simplă; simple sînt numai „legile naturii"; acestea sînt însă creaţiile noastre libere, invenţiile noastre, deciziile şi convenţiile noastre arbitrare. Ştiinţa teoretică a naturii nu este pentru convenţionalist o imagine (*Bild*) a naturii, ci o construcţie pur conceptuală. Nu însuşirile lumii determină această construcţie, ci dimpotrivă, această construcţie determină însuşirile unei lumi artificiale, creată de noi; o lume conceptuală definită implicit prin legile naturii stabilite de noi. Numai despre *această* lume vorbeşte ştiinţa.

Legile naturii concepute convenţionalist nu sînt falsificabile prin observaţie, căci abia după adoptarea lor putem determina ce este o observaţie, ce este o măsurare ştiinţifică. Aceste legi, fixate de noi, constituie baza pentru controlul ceasornicelor noastre şi pentru corecţia etaloanelor „rigide" de măsură; un ceasornic merge „exact" iar un etalon de măsură este „rigid" numai dacă mişcările măsurate cu ajutorul acestor instrumente satisfac axiomele mecanicii pe care am decis să le adoptăm[2].

Convenţionalismul şi-a cîştigat mari merite în clarificarea raportului dintre teorie şi experiment. El a evidenţiat rolul acţiunilor şi operaţiilor noastre, întemeiate pe convenţii şi deducţii, în realizarea şi interpretarea experimentelor ştiinţifice, cărora logica inductivă le-a acordat o atît de mică atenţie. Apreciez concepţia convenţionalistă ca fiind o concepţie coerentă, o concepţie care poate fi apărată; o critică imanentă, care ţinteşte dezvăluirea unor inconsistenţe interne are puţine perspective de succes. Cu toate acestea, consider această concepţie ca inacceptabilă. La baza ei stă o altă concepţie asupra ştiinţei decît cea pe care am adoptat-o, un alt punct de vedere asupra scopurilor şi ţelurilor ştiinţei. În timp ce eu nu aştept ca ştiinţa să-mi ofere certitudini ultime, convenţionalistul caută în ştiinţă „un sistem de cunoştinţe întemeiat pe fundamente ultime" (Dingler). Acest ţel poate fi atins, căci orice sistem ştiinţific poate fi interpretat ca un sistem de definiţii implicite. În perioadele liniştite ale dezvoltării ştiinţei vor exista puţine motive de conflict sau conflicte pur academice între cercetătorii cu înclinaţii spre punctul de vedere convenţionalist şi cei care sînt favorabili unui punct de vedere apropiat celui susţinut de mine. Altfel stau lucrurile în perioade de criză. De cîte ori un sistem „clasic" este ameninţat de experimente care pot fi interpretate, din punctul meu de vedere, ca falsificări, convenţionalistul va spune că sistemul rămîne neclintit. El va explica con-

---

[2] Acest punct de vedere poate fi considerat şi ca o încercare de a rezolva problema inducţiei; căci această problemă dispare dacă legile naturii sînt definiţii şi, prin urmare, tautologii. Astfel CORNELIUS (cf. *Zur Kritik der wissenschaftlichen Grundbegriffe*, „*Erkenntnis*" *2*, 1931, nr. 4) consideră enunţul: „Punctul de topire a plumbului este de 335°C" ca o definiţie (sugerată de experienţă) a conceptului „plumb", care nu poate fi infirmată de experienţă. O substanţă care s-ar asemăna din alte puncte de vedere cu plumbul, dar ar avea un alt punct de topire, nu ar fi „plumb". Dimpotrivă, din punctul meu de vedere, acest enunţ este, ca enunţ ştiinţific, un enunţ sintetic şi asertează, între altele, că un element cu o anumită structură atomică (numărul de ordine 82) are întotdeauna acest punct de topire, indiferent ce nume îi dăm.

(Adaos la corectură.) Un punct de vedere asemănător cu cel al lui Cornelius pare să fie susţinut de Ajdukiewicz (cf. „*Erkenntnis*", *4*, 1934, p. 100 şi urm., ca şi lucrarea anunţată aici *Das Weltbild und die Begriffsaparatur*); el îl numeşte „convenţionalism radical".

tradicţiile care apar prin incapacitatea noastră de a utiliza sistemul în mod adecvat şi le va înlătura prin ipoteze auxiliare, introduse *ad hoc*, sau prin anumite corecturi aduse instrumentelor de măsură.

În asemenea perioade de criză apar cu claritate deosebirile în ceea ce priveşte concepţia asupra scopului ştiinţei. Eu şi cei care împărtăşesc punctul meu de vedere sperăm să facem descoperiri noi cu ajutorul unui sistem ştiinţific nou construit. Sîntem interesaţi în cel mai înalt grad în experimentul falsificator, pe care îl înregistrăm ca un succes, fiindcă ne deschide perspectiva pătrunderii într-o lume de experienţe noi. Şi îl vom saluta chiar şi atunci cînd aceste experienţe noi ne furnizează argumente împotriva celor mai recente teorii ale noastre. O asemenea construcţie nouă, a cărei îndrăzneală o admirăm, semnifică însă, din punctul de vedere al convenţionalistului, „falimentul ştiinţei" (Dingler). Pentru el nu există decît un principiu care ne permite să distingem un sistem între celelalte sisteme posibile, şi anume principiul simplităţii, care ne cere să alegem cel mai simplu sistem de definiţii implicite; ceea ce, în practică, înseamnă alegerea sistemului „clasic" din acel moment. (Privitor la problema simplităţii, vezi paragrafele 41—45 şi mai ales 46.)

Conflictul meu cu convenţionaliştii nu este, deci, dintre acelea care pot fi tranşate printr-o discuţie teoretică de factură academică. Cred totuşi că este posibil să fie formulate, pornind de la concepţia convenţionalistă, obiecţii împotriva criteriului meu de demarcaţie, ca de exemplu următoarea: Admit, poate spune un convenţionalist, că sistemele teoretice ale ştiinţelor naturii nu sînt verificabile, dar susţin că ele nu sînt nici falsificabile. Căci există totdeauna posibilitatea „... de a realiza, pentru orice sistem axiomatic ales, ceea ce se numeşte concordanţa cu realitatea"[3], şi anume pe diferite căi (dintre care unele au fost indicate mai sus): introducerea de ipoteze *ad hoc*, modificarea aşa-numitelor „definiţii ostensive" (sau a „definiţiilor explicite" care le pot înlocui, cum s-a arătat în paragraful 17), adoptarea unei poziţii circumspecte cu privire la temeinicia muncii experimentatorului; acele observaţii ale acestuia care ameninţă sistemul acceptat pot fi excluse din ştiinţă pe temeiul că sînt insuficient asigurate, neştiinţifice, neobiective sau chiar pe temeiul că experimentatorul este un mincinos (o procedură pe care fizica o aplică, pe drept cuvînt, faţă de pretinsele fenomene oculte); şi în sfîrşit, rezerve cu privire la perspicacitatea teoreticianului (de exemplu dacă acesta nu crede, ca Dingler, că într-o bună zi teoria electricităţii va putea fi derivată din teoria newtoniană a gravitaţiei).

Prin urmare, din punctul de vedere al convenţionalismului, sistemele teoretice nu pot fi împărţite în falsificabile şi nefalsificabile; această distincţie ar fi neclară şi deci criteriul falsificabilităţii nu ar putea servi drept criteriu de demarcaţie.

---

[3] R. CARNAP, *Über die Aufgabe der Physik*, „*Kantstudien*", *28*, 1923, p. 106.

20. *Reguli metodologice*

Aceste obiecţii ale unui convenţionalist imaginar, ca şi însăşi filozofia convenţionalistă, nu pot fi respinse ca obiecţii de principiu. Criteriul falsificabilităţii este într-adevăr neunivoc, căci nu putem decide prin analiza logică a formei unui sistem de enunţuri dacă acesta este un sistem convenţional de definiţii implicite, care nu poate fi infirmat, sau este un sistem empiric, în sensul pe care îl dau eu cuvîntului, adică un sistem care poate fi infirmat. Aceasta arată doar că criteriul meu de demarcaţie nu poate fi aplicat imediat *sistemelor de enunţuri* — un fapt asupra căruia am atras atenţia încă în paragrafele 9 şi 11. Întrebarea dacă un *sistem* dat trebuie considerat, ca atare, ca fiind „convenţionalist" sau empiric este, prin urmare, prost pusă. Numai cu referire la *metoda aplicată unui sistem teoretic* putem vorbi de teorii convenţionaliste[45] sau empirice. Singura cale de a evita convenţionalismul este *o decizie*: decizia de a nu aplica metodele sale şi de a nu salva sistemul, în cazul în care este ameninţat, printr-o *stratagemă convenţionalistă*, adică de a nu folosi posibilităţile menţionate mai sus pentru a obţine ceea ce se numeşte „concordanţa cu realitatea" a sistemului.

O apreciere clară a ceea ce se cîştigă (şi a ceea ce se pierde) prin aplicarea metodelor convenţionaliste, poate fi găsită — cu o sută de ani înaintea lui Poincaré — la Black: „o utilizare iscusită a condiţiilor va pune în acord aproape orice ipoteză cu datele observaţiei; o asemenea procedură este plăcută imaginaţie, dar nu sporeşte cunoştinţele noastre"[1].

Pentru a găsi regulile metodologice care să împiedice aplicarea stratagemelor convenţionaliste, va trebui să stabilim diferitele proceduri convenţionaliste posibile şi să le interzicem prin reglementări „anticonvenţionaliste" corespunzătoare. Pe lîngă aceasta, vom cădea de acord ca, ori de cîte ori constatăm că un sistem a fost salvat printr-o stratagemă convenţionalistă, să testăm din nou sistemul şi să-l respingem de cîte ori situaţia o cere.

Cele patru stratageme convenţionaliste mai importante au fost enumerate la sfîrşitul paragrafului precedent. Nu am pretenţia că această listă este completă. Cercetătorul, îndeosebi sociologul şi psihologul (fizicianului, în general, aceste lucruri îi sînt foarte bine cunoscute), trebuie să fie întotdeauna pregătit să facă faţă unor noi stratageme de acest fel (de exemplu cele folosite de psihanaliză).

Privitor la *ipotezele auxiliare*, propun, ca regulă, să fie acceptate numai acelea care nu micşorează, ci sporesc „gradul de falsificabilitate," al sistemului. (Cum putem determina gradul de falsificabilitate, se va arăta amănunţit în paragrafele 31—40.) În acest caz, introducerea ipotezei reprezintă o îmbunătăţire: sistemul interzice mai mult decît înainte. Astfel spus: introducerea ipotezelor auxiliare trebuie considerată întotdeauna ca o încer-

[1] J. BLACK, *Lectures on the Elements of Chemistry*, vol. I, Edinburgh, 1803, p. 193.

care de a construi un nou sistem; iar criteriul de evaluare a acestui nou sistem este măsura în care el reprezintă un progres real în cunoaşterea lumii. Un exemplu tipic de ipoteză auxiliară acceptabilă în acest sens este principiul de excluziune al lui Pauli (cf. paragraful 38). Un exemplu de ipoteză auxiliară nesatisfăcătoare ar fi ipoteza contracţiilor a lui Lorentz şi Fitzgerald, care nu a avut consecinţe falsificabile*1, ci a servit doar la restabilirea acordului dintre teorie şi rezultatele experimentelor lui Michelson şi Morley. Abia teoria relativităţii a realizat un progres, căci ea a prezis noi consecinţe, noi efecte fizice şi a deschis astfel noi posibilităţi de testare şi falsificare. Întregesc această regulă metodologică cu remarca că nu trebuie să respingem, ca fiind convenţionaliste, toate ipotezele auxiliare nesatisfăcătoare; în special enunţuri singulare care nu aparţin sistemului teoretic, dar care sînt numite adesea ipoteze auxiliare, sînt de cele mai multe ori inofensive din punct de vedere teoretic. (Un exemplu ar fi presupunerea că o anumită observaţie sau măsurare, care nu poate fi repetată, reprezintă o eroare experimentală. Cf. nota 6 la paragraful 8, ca şi paragrafele 27 şi 68.)

Sînt permise de asemenea, dacă sînt utile, schimbări în *definiţiile explicite* (vezi paragraful 17) date conceptelor unui sistem prin conceptele unui sistem cu un grad mai scăzut de generalitate; dar ele trebuie considerate ca modificări ale sistemului, care în urma acestor schimbări trebuie reexaminat, ca şi cum ar fi un sistem nou. In ceea ce priveşte numele universale nedefinite, trebuie să deosebim două posibilităţi: (1) Există concepte nedefinite care intervin numai în enunţuri de cel mai înalt nivel de generalitate, a căror utilizare este stabilită prin aceea că noi cunoaştem relaţiile lor logice cu alte concepte. Aceste concepte pot fi eliminate în desfăşurarea deducţiei[2] (un exemplu este „energie"). (2) Există alte concepte nedefinite, care intervin în enunţuri de un nivel mai scăzut de generalitate, şi al căror sens este stabilit de uzul lingvistic (de ex. „mişcare", „masă punctuală", „poziţie"). Privitor la acestea, vom interzice schimbări necontrolate ale utilizării lor şi în rest vom proceda potrivit deciziilor metodologice adoptate, ca în cazurile de mai sus.

În ceea ce priveşte ultimile două puncte (rezerve cu privire la experimentator sau la teoretician), vom adopta reguli asemănătoare; experimentele intersubiectiv testabile trebuie, fie acceptate, fie respinse pe baza unor contra-experimente; iar simpla referire la derivări logice ce ar urma să fie descoperite în viitor nu va fi luată în consideraţie.

---

*1 *Această afirmaţie este falsă.* Ipoteza contracţiilor *are* consecinţe falsificabile, cum a arătat A. GRÜNBAUM în *„British Journal for the Philosophy of Science"* *10*, 1959, p. 48—50. (Ea este însă în mai mică măsură testabilă decît teoria restrînsă a relativităţii şi este, de aceea, un exemplu pentru faptul că există grade ale însuşirii de a fi *ad hoc*.)

2 Compară de exemplu cu H. HAHN, *Logik, Mathematik und Naturerkennen*, in *„Einheitswissenschaft"*, *2*, 1933, p. 22 şi urm. Doresc să remarc, în legătură cu acest pasaj, că, după părerea mea, nu există termeni „constituibili" (empiric definibili). In locul lor eu utilizez nume universale nedefinite, a căror semnificaţie este fixată numai prin uzul lingvistic. Vezi şi sfîrşitul paragrafului 25.

21. *Cercetarea logică a falsificabilității*

Numai în cazul sistemelor care sînt falsificabile, dacă sînt tratate după regulile metodei empirice pe care le-am propus, avem a ne teme de stratageme convenționaliste. Să presupunem că am reuşit cu ajutorul acestor reguli să eliminăm stratagemele convenționaliste; ne putem întreba, în acest caz, care sînt caracteristicile *logice* ale acestor sisteme falsificabile. Falsificabilitatea unei teorii poate fi caracteristică prin relațiile logice dintre teorie şi enunțurile de bază.

Despre caracteristicele enunțurilor singulare, pe care le numesc „enunțuri de bază[46], şi despre problema falsificabilității lor, vom discuta mai amănunțit în capitolul următor. Aici pornesc de la presupunerea că există enunțuri de bază. Subliniez că nu înțeleg prin enunțuri de bază un sistem de enunțuri *acceptate*. Sistemul enunțurilor de bază include mai degrabă toate *enunțurile singulare necontradictorii* de o anumită formă logică — pentru a spune aşa, toate constatările faptice care pot fi în general concepute; el va include, astfel, şi multe enunțuri care se contrazic între ele.

În primă instanță, am putea încerca să calificăm o teorie ca „empirică" atunci cînd din ea pot fi deduse enunțuri singulare; această cerință nu poate fi însă realizată fiindcă pentru deducția unor enunțuri singulare dintr-o teorie avem nevoie întotdeauna de alte enunțuri singulare — condițiile inițiale — care ne dau valorile ce urmează să fie substituite variabilelor teoriei. Dar şi tentativa de a considera o teorie drept „empirică", dacă din ea pot fi deduse enunțuri singulare cu ajutorul altor enunțuri singulare, care funcționează drept condiții inițiale, este inacceptabilă; căci şi o teorie neempirică, de exemplu una tautologică, ne va permite să derivăm anumite enunțuri singulare din alte enunțuri singulare.(După regulile logicii putem, de exemplu spune: Din conjuncția lui „Doi ori doi fac patru" şi „Aici este un corb negru" urmează, între altele, „Aici este un corb".) Nici cerința ca din teorie şi anumite condiții inițiale să putem deduce mai mult decît se poate deduce doar din aceste condiții inițiale nu este suficientă. Această cerință va exclude într-adevăr teoriile tautologice, dar nu va exclude enunțurile sintetic-metafizice[47]. (De exemplu: din „Orice eveniment are o cauză" şi „Aici s-a produs o catastrofă" urmează: „Această catastrofă are o cauză".)

În acest fel sîntem conduşi spre cerința ca din teorie să poată fi deduse mai multe enunțuri *empirice singulare* decît cele care pot fi deduse numai din condițiile inițiale. Aceasta înseamnă că trebuie să întemeiem definiția teoriei empirice pe o anumită clasă de enunțuri singulare, pe enunțurile de bază*1. Ținînd seama de faptul că nu este prea uşor de determinat, în

---

*1 Formulări echivalente cu aceasta au fost propuse mereu, după publicarea cărții mele, ca criterii ale *sensului propozițiilor* — (şi nu ca criterii de *demarcație*, aplicabile *sistemelor* teoretice) chiar şi de critici care au privit de sus criteriul falsificabilității, formulat de mine. Dar este uşor de văzut că, dacă este folosită drept criteriu de *demarcație*, formularea mea este echivalentă cu cerința falsificabilității. Căci dacă enunțul de bază b_2 nu decurge din b_1, dar

amănunte, în ce fel intervine un sistem teoretic complicat în deducţia enunţurilor de bază, propun următoarea definiţie: o teorie se numeşte „empirică“ sau „falsificabilă“ dacă împarte univoc clasa tuturor enunţurilor de bază posibile în două clase nevide: în clasa celor cu care este în contradicţie, pe care le interzice — o numim clasa falsificatorilor potenţiali ai teoriei — şi în clasa celor cu care nu este în contradicţie, pe care le „permite“. Sau mai pe scurt: o teorie este falsificabilă dacă clasa falsificatorilor ei potenţiali nu este vidă.

Trebuie să adaug că o teorie face aserţiuni numai despre falsificatorii ei potenţiali. (Ea asertează falsitatea lor.) Despre enunţurile de bază pe care le „permite“, ea nu spune nimic. În particular, ea nu spune că aceste enunţuri sînt adevărate*2.

22. *Falsificabilitate şi falsificare*

Trebuie distins clar între falsificabilitate şi falsificare. Am introdus falsificabilitatea numai drept criteriu al caracterului empiric al unui sistem de enunţuri. Reguli speciale vor determina în ce condiţii trebuie considerat un sistem ca falsificat.

Spunem că o teorie este falsificată numai atunci cînd am acceptat enunţuri de bază care o contrazic (cf. paragraful 11, regula 2). Această condiţie este necesară, dar nu suficientă; căci enunţurile singulare nereproductibile sînt, cum am menţionat de mai multe ori, lipsite de semnificaţie pentru ştiinţă. Astfel dacă teoria este contrazisă de enunţuri de bază răzleţe,

decurge din conjuncţia lui b_1 cu teoria *t*, aceasta înseamnă a spune că teoria *t* este contrazisă de conjuncţia lui b_1 cu negaţia lui b_2. Conjuncţia lui b_1 cu negaţia lui b_2 este însă un enunţ de bază (cf. paragraful 28). Astfel, criteriul nostru cere existenţa unui enunţ de bază falsificabil, adică falsificabilitatea exact în sensul meu. (Vezi şi nota *1 la paragraful 82.)

Ca un criteriu al sensului (sau al „verificabilităţii în sens slab“), această cerinţă dă însă greş din diferite motive. În primul rînd, fiindcă negaţiile unor enunţuri cu sens ar fi, după acest criteriu, lipsite de sens. În al doilea rînd, fiindcă conjuncţia unui enunţ cu sens şi a unei „pseudo-propoziţii lipsite de sens“ ar avea sens — ceea ce este la fel de absurd.

Dacă încercăm să aplicăm aceste două obiecţii critice la criteriul meu de demarcaţie, amîndouă se dovedesc inofensive. În ceea ce priveşte prima obiecţie, vezi paragraful 15 de mai sus, în special nota *2 (şi paragraful *22 al *Postscriptum*-ului). Cît priveşte a doua obiecţie, teoriile empirice (ca cea a lui Newton) pot conţine elemente „metafizice“. Dar acestea nu pot fi eliminate printr-o regulă rigidă; dacă reuşim însă să prezentăm astfel teoria încît ea să apară ca o conjuncţie a unei părţi testabile şi a uneia netestabile, ştim atunci, desigur, că putem acum elimina una din componentele ei metafizice.

Paragraful precedent al acestei note poate fi luat şi ca o ilustrare a unei alte *reguli metodologice* (cf. sfîrşitul notei *5 la paragraful 80), şi anume că după ce am supus criticii o teorie rivală, trebuie întotdeauna să facem o încercare serioasă de a aplica aceleaşi obiecţii sau obiecţii critice similare propriei noastre teorii.

*2 În fapt, multe din enunţurile de bază „permise“ se contrazic, în prezenţa teoriei, unele pe celelalte. (Cf. paragraful 38.) De exemplu, legea universală „Toate planetele au o mişcare circulară“ (adică „Orice mulţime de poziţii ale unei planete oarecare se găseşte pe acelaşi cerc“) este exemplificată, în mod obişnuit, de orice mulţime de 3 poziţii ale unei planete; dar două asemenea „*instanţe*“, împreună, vor contrazice, în cele mai multe cazuri, legea.

nu o vom considera încă, din această cauză, ca fiind falsificată. Aceasta o facem numai atunci cînd a fost găsit un *efect* reproductibil care falsifică teoria; cu alte cuvinte, dacă a fost formulată şi coroborată o ipoteză empirică, de un nivel mai scăzut de generalitate, care descrie un asemenea efect. O asemenea ipoteză poate fi numită „ipoteză falsificatoare"[1]. Cerinţa ca această ipoteză să fie empirică, deci falsificabilă, priveşte doar relaţia ei logică cu enunţuri de bază posibile; deci priveşte doar forma logică a ipotezei. Dimpotrivă, observaţia că ipoteza trebuie să fie coroborată se referă la testele pe care ea trebuie să le treacă, teste în care este confruntată cu enunţuri de bază acceptate[*1].

Deci enunţurile de bază joacă două roluri diferite. Pe de o parte, sistemul tuturor enunţurilor de bază logic posibile este, pentru a spune aşa, un sistem de referinţă, cu ajutorul căruia putem caracteriza, din punct de vedere logic, forma enunţurilor empirice. Pe de altă parte, enunţurile de bază *acceptate* sînt baza pentru coroborarea ipotezelor. Dacă enunţurile de bază acceptate contrazic o teorie, ele pot fi socotite drept temeiuri suficiente pentru falsificarea acesteia numai cu condiţia de a corobora, în acelaşi timp, o ipoteză falsificatoare.

---

[1] Ipoteza falsificatoare poate avea un nivel de generalitate foarte scăzut (fiind obţinută, pentru a spune aşa, prin generalizarea coordonatelor individuale ale unui rezultat observaţional; un exemplu, la care m-am referit în paragraful 18, este ceea ce Mach numeşte „fapt"). Chiar dacă trebuie să fie intersubiectiv testabilă, ea nu trebuie să fie un enunţ strict universal. Astfel pentru falsificarea enunţului „Toţi corbii sînt negri" este suficient enunţul intersubiectiv testabil că în grădina zoologică din New York trăieşte o familie de corbi albi. *Toate acestea arată cît de necesară este înlocuirea unei ipoteze falsificate cu una mai bună. În cele mai multe cazuri, dispunem, înainte ca o ipoteză să fie falsificată, de o altă ipoteză; experimentul falsificator este, de obicei, un *experiment crucial* care trebuie să decidă între cele două ipoteze. Aceasta înseamnă că experimentul este sugerat de faptul că cele două ipoteze diferă într-o anumită privinţă şi că această diferenţă poate fi folosită pentru a infirma (cel puţin) pe una din ele.

[*1] Această referire la enunţuri de bază acceptate pare să conţină germenele unui regres la infinit. Căci problema noastră, aici, este următoarea. Dacă o ipoteză este falsificată prin *acceptarea* unui enunţ de bază, avem nevoie de *reguli metodologice pentru acceptarea enunţurilor de bază*. Dacă aceste reguli, la rîndul lor, se referă la enunţuri de bază acceptate, putem să fim antrenaţi într-un regres infinit. La aceasta răspund că regulile de care avem nevoie sînt numai reguli de acceptare a acelor enunţuri de bază care falsifică o anumită ipoteză, care este bine testată şi are succes; şi că enunţurile de bază acceptate, la care face apel regula, nu trebuie să aibă această însuşire. În afară de aceasta, regula formulată în text este departe de a fi exhaustivă; ea menţionează numai un aspect important al acceptării enunţurilor de bază care falsifică o ipoteză altminteri încununată de succes, aspect ce va fi dezvoltat în capitolul V (îndeosebi în paragraful 29).

Într-o comunicare personală, profesorul J. H. Woodger a formulat întrebarea: Cît de des trebuie să fie reprodus un efect pentru a putea fi considerat un *efect reproductibil* (sau o *descoperire*)? Răspunsul este: în anumite cazuri nu este necesară *nici măcar o singură repetare*. Dacă afirm că există o familie de corbi albi în grădina zoologică din New York, atunci fac o afirmaţie principial testabilă. Dacă cineva vrea să testeze această afirmaţie, şi este informat, sosind la faţa locului, că familia a murit sau că nimeni nu a auzit de corbi albi, atunci el trebuie să decidă singur dacă acceptă sau respinge enunţul meu falsificator. De regulă, el are la dispoziţie mijloace cu ajutorul cărora poate să-şi formeze o părere, cum sînt martori, documente etc., adică posibilitatea de a apela la alte fapte intersubiectiv testabile şi reproductibile. (Cf. paragrafele 27—30.)

23. *Evenimente şi evenimente-tip*

Cerinţa falsificabilităţii, nu prea clară la prima vedere, a fost descompusă în două părţi. Prima, postulatul metodologic (cf. paragraful 20), poate fi cu greu precizată. Cea de a doua, criteriul logic, este pe de-a întregul determinată, de îndată ce se ştie care anume enunţuri trebuie să fie numite „de bază" (cf. paragraful 28). Acest criteriu logic a fost prezentat într-un mod oarecum formal, ca o relaţie logică între enunţuri, anume între teorie şi enunţurile de bază. Pentru a face acest criteriu mai clar şi mai intuitiv, îl vom exprima într-un limbaj mai „realist". Deşi este echivalent cu limbajul formal, acest limbaj este mai apropiat de vorbirea comună.

În acest limbaj realist, putem spune că un enunţ singular (un enunţ de bază) descrie un *eveniment* (*Ereignis*) *singular*. În loc de a vorbi despre enunţurile de bază care sînt interzise de teorie, putem spune că teoria interzice anumite evenimene, deci că va fi falsificată dacă asemenea evenimente se vor produce efectiv.

Folosirea expresiei oarecum neclare „eveniment" nu este neproblematică; [şi s-a propus[1] eliminarea ei din discuţiile epistemologice]; în loc de „producerea" sau „neproducerea" unui eveniment, s-a propus să vorbim despre „adevărul" sau „falsitatea" unui enunţ. Prefer totuşi să păstrez expresia „eveniment" şi s-o definesc în aşa fel încît folosirea ei să nu mai dea naştere la obiecţii; adică în aşa fel încît, pretutindeni unde se vorbeşte de un eveniment, să putem vorbi, în loc de eveniment, despre anumite enunţuri singulare care îl descriu.

Cînd definim conceptul de „eveniment", pornim de la faptul că este cu totul firesc să spunem că două enunţuri singulare, care sînt logic echivalente (adică în mod reciproc deductibile), descriu acelaşi eveniment. Aceasta sugerează următoarea definiţie: Dacă p_k este un enunţ individual (indicele k se referă la numele individuale sau la coordonatele individuale ce intervin în p_k), vom numi clasa tuturor enunţurilor echivalente cu p_k evenimentul P_k. Putem spune de exemplu, că este un eveniment că *acum tună, aici*. Putem considera acest eveniment ca fiind clasa enunţurilor: „Acum tună, aici", „Tună în Viena, în districtul 13, la 10 iunie 1933, ora 17 şi 15 minute" şi a tuturor celorlalte enunţuri echivalente cu acestea. Formularea realistă: „Enunţul P_k descrie evenimentul P_k" o putem considera ca avînd aceeaşi semnificaţie cu enunţul oarecum banal: „Enunţul p_k este un element al clasei P_k, care cuprinde toate enunţurile echivalente cu el." Într-un mod asemănător, considerăm enunţul „Evenimentul P_k are loc" ca avînd aceeaşi

[1] În special unii teoreticieni ai probabilităţilor; cf. KEYNES, *A Treatise on Probability*, 1921, p. 5. Keynes se referă la Ancillon ca primul autor care a propus „modul formal de a vorbi"; de asemenea la Boole, Czuber şi Stumpf. *Deşi consider încă şi acum definiţiile mele („sintactice") pentru „eveniment" şi „eveniment tip" ca adecvate scopurilor mele, nu le mai consider ca intuitiv adecvate, adică nu mai cred că ele descriu adecvat vorbirea curentă şi semnificaţiile acordate cuvintelor în vorbirea curentă. Indicaţia că ar fi necesară o definiţie „semantică" în locul uneia „sintactice" mi-a fost dată de Alfred Tarski (la Paris, în 1935).

semnificaţie cu enunţul: „p_k şi toate enunţurile echivalente cu el sînt adevărate".

Scopul acestor reguli de traducere nu este de a afirma că cel ce foloseşte cuvîntul „eveniment" în limbajul realist se gîndeşte la clase de enunţuri; doresc să dau o interpretare a modului de a vorbi realist care să facă inteligibil ceea ce se are în vedere, de exemplu, cînd se spune că un eveniment P_k contrazice o teorie t. În această interpretare, enunţul spune, pur şi simplu, că orice enunţ echivalent cu p_k contrazice teoria t şi este astfel un falsificator potenţial al acesteia.

Pentru ceea ce este *tipic* sau *universal* într-un eveniment, pentru ceea ce poate fi descris prin termeni universali, am introdus termenul „eveniment-tip" (*Vorgang*)[48]. (Nu înţeleg deci prin „Vorgang" un eveniment complex, cum o sugerează folosirea obişnuită a cuvîntului.) Definesc „evenimentul-tip (P)" ca fiind clasa tuturor evenimentelor P_k P_l ,... care se deosebesc numai în privinţa indivizilor (a poziţiilor sau regiunilor spaţio-temporale; vezi paragraful 13). Voi spune, de exemplu, despre enunţul „Acum şi aici a fost răsturnat un pahar cu apă" că este un element al evenimentului-tip „răsturnarea unui pahar cu apă".

Se spune în limbajul realist despre enunţul singular p_k care descrie un eveniment P_k că afirmă producerea evenimentului-tip (P) în poziţia spaţio-temporală k; consider această formulare ca avînd aceeaşi semnificaţie cu aceea că „clasa P_k a enunţurilor singulare echivalente cu p_k este un element al evenimentului-tip (P)".

Aplicînd acum această terminologie[2], putem spune că o teorie falsificabilă nu interzice doar un eveniment, ci totdeauna cel puţin un eveniment-tip. Clasa enunţurilor de bază interzise, adică a falsificatorilor potenţiali ai teoriei, va cuprinde, dacă nu este vidă, un număr nelimitat de enunţuri de bază. Putem numi enunţurile singulare de bază care aparţin unui eveniment-tip „omotipice" pentru a sublinia astfel analogia între enunţuri *echivalente* care descriu *un* eveniment şi enunţurile *omotipice* care descriu un eveniment-tip. Orice clasă nevidă de falsificatori potenţiali ai unei teorii conţine deci cel puţin o clasă nevidă de enunţuri de bază omotipice.

Să ne imaginăm că clasa tuturor enunţurilor de bază posibile ar fi reprezentată printr-un cerc. Suprafaţa cercului poate fi considerată ca reprezentînd „totalitatea lumilor posibile", a tuturor lumilor empirice posibile. Să ne imaginăm că fiecare eveniment-tip este reprezentat de una dintre raze (sau mai precis de un sector foarte îngust de-a lungul unei raze) şi că două evenimente care se referă la aceiaşi indivizi şi au aceleaşi coordonate sînt situate la aceeaşi distanţă de centru şi deci sînt pe acelaşi cerc con-

---

[2] Este de reţinut că enunţurile singulare *descriu* „evenimente", dar enunţurile universale nu descriu evenimente-tip; ele exclud asemenea evenimente. Asemănător cu conceptul „eveniment", o „uniformitate" sau „regularitate" poate fi definită spunînd că enunţurile universale *descriu* uniformităţi. Aici nu avem nevoie însă de asemenea concepte, fiindcă sîntem interesaţi numai de ceea ce *interzic* enunţurile universale. Din acest motiv, nu ne privesc chestiuni ca aceea dacă există uniformităţi („stări de fapt" universale etc.).* Asemenea chestiuni sînt totuşi discutate în paragraful 79, iar acum şi în anexa *X, şi în paragraful *15 din *Postscriptum*.

centric. Putem ilustra atunci condiția falsificabilității prin cerința că pentru orice teorie empirică trebuie să existe cel puțin o rază (sau un sector foarte îngust) pe care aceasta o interzice.

Pornind de la această imagine, putem ilustra*[1] și caracterul „metafizic" al enunțurilor pur existențiale (la care m-am referit pe scurt în paragraful 15). Fiecăruia din aceste enunțuri îi va corespunde un eveniment-tip (o rază), astfel încît diferitele enunțuri de bază aparținînd acestui eveniment-tip vor verifica fiecare enunțul existențial. Dar clasa falsificatorilor săi potențiali este vidă; din enunțul existențial *nu decurge nimic* despre lumile empirice posibile (căci el nu interzice nici o rază). Faptul că, invers, din orice enunț de bază decurge un enunț pur existențial, nu poate fi folosit ca argument în favoarea caracterului empiric al ultimului. Căci orice tautologie decurge din orice enunț de bază, întrucît o tautologie decurge din orice enunț.

O observație despre enunțurile contradictorii. În timp ce tautologiile, enunțurile pur existențiale și alte enunțuri nefalsificabile asertează, pentru a spune așa, „prea puțin" despre clasa enunțurilor de bază posibile, enunțurile contradictorii asertează „prea mult". Fiindcă din orice enunț contradictoriu decurge orice enunț, deci și orice enunț de bază*[2], se poate spune că clasa falsificatorilor săi potențiali este identică cu clasa tuturor enunțurilor de bază posibile, în genere; el va fi falsificat de orice enunț de bază. (S-ar putea spune că acest fapt ilustrează un avantaj al metodei mele a considerării falsificatorilor potențiali și nu a verificatorilor potențiali. Căci dacă ar fi posibil să verificăm un enunț prin verificarea consecințelor sale logice sau cel puțin

---

*[1] Imaginea va fi utilizată îndeosebi în paragraful 31 și urm.

*[2] Chiar și la zece ani după publicarea cărții mele, acest fapt nu a fost general recunoscut. Situația poate fi rezumată astfel: un enunț factual-fals „implică material" orice enunț (dar nu implică logic orice enunț). Un enunț logic-fals implică orice enunț, adică dintr-un enunț logic-fals se poate deduce orice enunț. Este, prin urmare, esențial să distingem între un enunț *factual-fals* (sintetic) și un enunț *logic-fals* sau *contradictoriu*, adică un enunț din care poate fi dedus un enunț de forma $p.\bar{p}$.

Că un enunț contradictoriu implică orice enunț se poate arăta după cum urmează:

Din „propozițiile primitive" ale sistemului lui Russell, obținem imediat

(1) $$p \rightarrow (p \vee q)$$

și mai departe, prin substituția lui „$\bar{p}$" pentru „p" și apoi a lui „$p \rightarrow q$" pentru „$\bar{p} \vee q$", obținem

(2) $$\bar{p} \rightarrow (p \rightarrow q)$$

ceea ce dă prin „importație"

(3) $$\bar{p} \cdot p \rightarrow q.$$

(Formula (3) ne dă însă posibilitatea de a deduce, prin modus ponens, orice enunț q din orice enunț de forma „$\bar{p}.p$" sau „$p.\bar{p}$". (Vezi și nota mea în „*Mind*", 52, 1943, p. 47 și urm.) Faptul că din premise contradictorii poate fi derivat orice, este tratat pe bună dreptate ca bine cunoscut de P. P. WIENER (*The Philosophy of Bertrand Russell*, ed. de P. A. SCHILPP, 1944, p. 264); în mod surprinzător Russell, în răspunsul dat lui WIENER (*op. cit.*, p. 695 și urm.), a pus la îndoială acest fapt, vorbind însă de „propoziții *false*" acolo unde Wiener vorbea de „premise *inconsistente*". Cf. cartea mea *Conjectures and Refutations*, 1963 și 1965, p. 317 și urm.

să-l facem posibil pe această cale, atunci şi orice enunţ contradictoriu ar fi confirmat, verificat sau cel puţin făcut probabil prin acceptarea oricărui enunţ de bază.)

24. *Falsificabilitate şi consistenţă*

Cerinţa consistenţei (noncontradicţiei) ocupă un loc special printre diferitele cerinţe pe care trebuie să le satisfacă un sistem teoretic sau axiomatic. Ea poate fi considerată ca prima cerinţă ce trebuie să fie satisfăcută de *orice* sistem teoretic, fie empiric, fie neempiric.

Pentru a înţelege importanţa fundamentală a acestei cerinţe nu ajunge să menţionăm faptul evident că un sistem contradictoriu trebuie respins fiindcă este „fals". Noi lucrăm adesea cu enunţuri care, deşi sînt propriu-zis false, furnizează totuşi rezultate adecvate pentru anumite scopuri*[1]. (Un exemplu este aproximaţia lui Nernst pentru ecuaţia de echilibru a gazelor.) Dar importanţa cerinţei consistenţei va reieşi cît se poate de clar dacă reflectăm asupra faptului că un sistem contradictoriu nu spune nimic, fiindcă din el poate fi derivată orice consecinţă; nici un enunţ nu poate fi distins nici ca incompatibil cu sistemul nici ca derivabil din el, atît timp cît din el este derivabil orice enunţ. Un sistem consistent, pe de altă parte, împarte mulţimea tuturor enunţurilor posibile în cele pe care le contrazice şi cele cu care este compatibil (între acestea fiind şi consecinţele sale). Iată de ce consistenţa este cerinţa cea mai generală pe care trebuie să o satisfacă un sistem de enunţuri, fie că este empiric, fie că nu, pentru a avea o utilitate.

Enunţurile *empirice* trebuie să satisfacă în afara condiţiei consistenţei o altă condiţie; ele trebuie să fie *falsificabile*. Cele două condiţii sînt în mare măsură analoage[1]. Enunţurile care nu satisfac condiţia consistenţei nu diferenţiază nici un enunţ din mulţimea tuturor enunţurilor posibile. Enunţurile care nu satisfac condiţia falsificabilităţii nu diferenţiază nici un enunţ din mulţimea tuturor enunţurilor empirice (de bază) posibile.

---

*[1] Cf. *Postscriptum*, paragraful *3 (răspunsul meu la „a doua propunere") şi paragraful *12, punctul (2).

[1] Cf. nota mea „*Erkenntnis*", *3*, 1933, p. 426. *Publicată acum în anexa *1.

CAPITOLUL V

PROBLEMA BAZEI EMPIRICE

Am redus problema falsificabilității teoriilor la problema falsificabilității acelor enunțuri singulare pe care le-am numit enunțuri de bază. Ce fel de enunțuri singulare sînt însă aceste enunțuri de bază? Și cum pot fi ele falsificate? Este adevărat că cercetătorul practician nu își pune asemenea întrebări, dar neclaritățile și neînțelegerile legate de ele justifică discutarea lor mai amănunțită.

25. *Trăirile perceptive ca bază empirică: psihologismul*

Că științele empirice sînt reductibile la percepții senzoriale, și astfel la trăiri, este o teză care multora le apare ca ceva de la sine înțeles. Această teză stă sau cade împreună cu teza logicii inductive; eu le resping pe amîndouă. Nu neg că există un sîmbure de adevăr în punctul de vedere că matematica și logica se întemeiază pe gîndire, iar științele facturale pe datele simțurilor. Dar ceea ce este adevărat în acest punct de vedere nu ține de problematica teoriei cunoașterii. După părerea mea, confundarea punctului de vedere psihologic cu cel logic nu a dus în nici o problemă a teoriei cunoașterii la încurcături mai mari decît în problema bazei enunțurilor de experiență (*Erfahrungssätze*)[49].

Puțini gînditori au fost atît de profund preocupați de problema bazei experienței (Erfahrungsgrundlage) ca Fries[1]. Dacă enunțurile științei nu sînt acceptate *dogmatic*, ele trebuie să fie *întemeiate* (*justificate*). Dacă cerem o întemeiere logică, înseamnă că *enunțurile nu pot fi întemeiate decît pe enunțuri*; cerința întemeierii logice a *tuturor* enunțurilor („prejudecata dovezii", spune Fries) duce la un *regres infinit*. Încît, dacă dorim să evităm atît dogmatismul, cît și regresul la infinit, nu ne rămîne decît să acceptăm psihologismul, adică presupunerea că enunțurile pot fi întemeiate nu numai pe enunțuri, ci și pe trăiri perceptive. În fața acestei trileme (dogmatism — regres la infinit — psihologism), Fries, ca și aproape toți epistemologii care au vrut să explice cunoașterea noastră empirică, a optat pentru psihologism. Intuiția, percepția senzorială, consideră el, este „cunoaștere nemijlocită"[2]; prin ea putem să justificăm „cunoașterea mijlocită" — cunoaș-

---

[1] J. F. FRIES, *Neue oder anthropologische Kritik der Vernunft*, 1828—1831.

[2] Cf. de exemplu: J. KRAFT, *Von Husserl zu Heidegger*, 1932, p. 120 și urm. (*Ediția a doua, 1957, p. 108 și urm.)

tere exprimată în simbolurile unui anumit limbaj şi care include, desigur, enunţurile ştiinţei.

De cele mai multe ori nu se merge însă atît de departe în încercarea de a clarifica problema bazei empirice. Teoriile sensualiste şi pozitiviste ale cunoaşterii consideră ca ceva de la sine înţeles că enunţurile ştiinţei empirice „vorbesc despre trăirile noastre"[3]. Căci cum am putea obţine o cunoaştere despre fapte altfel decît prin percepţiile senzoriale? Numai prin gîndire nu putem afla nimic despre lumea faptelor; doar trăirile perceptive pot constitui „sursele de cunoaştere" ale ştiinţelor empirice. Tot ceea ce cunoaştem despre lumea faptelor trebuie să poată fi exprimat, prin urmare în *enunţuri despre trăiri*. Dacă această masă este roşie sau albastră, putem şti numai pe baza senzaţiilor noastre; pe baza trăirilor nemijlocite putem distinge enunţul adevărat, care concordă cu trăirile, de enunţul fals, care concordă cu aceste trăiri. Ştiinţa este, pur şi simplu, o încercare de a ordona şi descrie trăirile nemijlocite, de al căror adevăr nu ne putem îndoi; ea este *prezentarea sistematică a trăirilor noastre nemijlocite*.

Această concepţie eşuează, după părerea mea, în faţa problemei inducţiei şi a universaliilor. Nu putem pronunţa nici un enunţ ştiinţific care să nu depăşească în largă măsură ceea ce putem şti sigur „pe baza trăirilor nemijlocite". (Acest fapt ar putea fi numit „transcendenţa inerentă oricărei descrieri".) Orice descriere utilizează termeni generali, universali; orice enunţ are caracterul unei teorii, al unei ipoteze. Enunţul „Aici este un pahar cu apă" nu poate fi verificat prin raportare la nici o trăire, fiindcă universaliile care intervin în enunţ nu pot fi corelate cu trăiri specifice. (O „trăire imediată" este „dată nemijlocit" numai o *singură dată*; ea este unică.) Prin cuvîntul „pahar", de exemplu, noi desemnăm corpuri fizice caracterizate printr-o comportare conformă cu anumite legi, şi acelaşi lucru este valabil pentru cuvîntul „apă". Universaliile nu sînt reductibile la clase de trăiri; ele nu sînt „constituibile", în terminologia lui Carnap[4].

26. *Despre aşa-numitele „propoziţii protocol"*

Punctul de vedere psihologic, discutat în paragraful precedent, constituie, după părerea mea, şi punctul de plecare al unei teorii moderne asupra bazei empirice, deşi reprezentanţii ei nu vorbesc de trăiri sau percepţii, ci de „propoziţii" — dar de propoziţii care descriu trăiri. Ele sînt numite de Neurath[1] şi Carnap[2] *„propoziţii protocol"*.

---

[3] Urmez aici, aproape cuvînt cu cuvînt, expuneri ale lui Frank (cf. paragraful 27, nota 4) şi Hahn (cf. paragraful 27, nota 1).

[4] Cf. nota 2 la paragraful 20[60].

[1] Termenul provine de la NEURATH, cf., de exemplu *Soziologie*, în *„Erkenntnis"*, 2, 1932, p. 393.

[2] CARNAP, *„Erkenntnis"*, 2, 1932, p. 432 şi urm.; *„Erkenntnis"*, 3, 1932, p. 107 şi urm.

O concepţie asemănătoare a fost susţinută mai înainte de Reininger. Punctul său de plecare a fost întrebarea: în ce constă concordanţa dintre un enunţ şi faptul real sau evenimentul pe care îl descrie enunţul? Concluzia la care ajunge este că enunţurile nu pot fi comparate decît cu enunţuri; concordanţa unui enunţ cu un fapt nu este altceva decît concordanţa logică dintre enunţuri de diferite niveluri de generalitate, este[3] "... concordanţa enunţurilor de un ordin mai înalt cu enunţuri caracterizate printr-un conţinut mai simplu şi în cele din urmă cu enunţuri care înregistrează trăiri" (numite de Reininger şi „enunţuri elementare"[4]).

Carnap porneşte de la un mod oarecum diferit de a pune problema. Teza lui este că investigaţiile filozofice au ca obiect „formele limbajului"[5]. Logica ştiinţei are de investigat „formele limbajului ştiinţific"[6]; ea nu vorbeşte despre „obiecte" fizice, ci despre cuvinte, nu despre fapte, ci despre propoziţii. Carnap opune acest mod corect, *„modul formal de a vorbi"*, modului obişnuit, pe care îl numeşte „mod material de a vorbi". Dacă vrem să evităm confuziile, modul material de a vorbi va trebui folosit numai atît timp cît este posibilă o traducere în modul corect, formal, de a vorbi.

Acest punct de vedere — cu care pot să fiu de acord — îl conduce pe Carnap (ca şi pe Reininger) la afirmaţia că noi nu avem voie în logica ştiinţei să spunem că propoziţiile sînt testate prin comparare cu stări de fapt sau cu trăiri, ci numai că pot fi testate prin comparaţie cu alte propoziţii. În acest fel, Carnap reţine totuşi, în trăsăturile lui esenţiale, punctul de vedere psihologist, expus în paragraful precedent; tot ceea ce face el, este să-l traducă în modul formal de a vorbi. El spune că propoziţiile ştiinţei sînt testate „cu ajutorul propoziţiilor protocol"[7]; acestea sînt caracterizate ca propoziţii „care nu au nevoie ele însele de confirmare, ci servesc ca bază pentru toate celelalte enunţuri ale ştiinţei", ceea ce înseamnă, în modul de a vorbi material, că propoziţiile protocol se referă la ceea ce este „dat"; „ele descriu cele mai nemijlocite trăiri sau fenomene, aşadar cele mai simple fapte care pot fi cunoscute"[8]. Toate acestea arată destul de clar că teoria propoziţiilor protocol este psihologism tradus în modul formal de a vorbi. Lucruri asemănătoare se pot spune despre punctul de vedere al lui Neurath[9]; el cere ca, în propoziţiile protocol, cuvintelor ca „a percepe", „a vedea" să li se adauge numele proprii ale autorilor propoziţiilor protocol. Propoziţiile protocol trebuie să fie, cum indică şi termenul, *protocoale sau înregistrări ale percepţiilor.*

---

[3] REININGER, *Metaphysik der Wirklichkeit*, 1931, p. 134.

[4] REININGER, *op. cit.*, p. 132.

[5] CARNAP, *„Erkenntnis"*, *2*, 1932, p. 435, „Teza metalogicii".

[6] CARNAP, *„Erkenntnis"*, *3*, 1933, p. 228.

[7] CARNAP, *„Erkenntnis"*, *2*, 1932, p. 437.

[8] CARNAP, *op. cit.*, p. 438.

[9] OTTO NEURATH, *„Erkenntnis"*, *3*, 1933, p. 205 şi urm. Neurath dă următorul exemplu: „Un enunţ protocol complet ar suna cam aşa. {Protocolul lui Otto la ora 3 şi 17 minute. [Gîndul lui Otto la ora 3 şi 16 minute: (În cameră a fost, la ora 3 şi 15 minute, o masă percepută de Otto)]}".

Ca şi Reininger[10], Neurath consideră că enunţurile despre trăiri, adică propoziţiile protocol, nu sînt irevocabile, ci pot fi respinse în anumite condiţii. El se opune[11] punctului de vedere al lui Carnap (punct de vedere care a fost mai tîrziu revizuit[12]) că propoziţiile protocol sînt propoziţii ultime, care „n-au nevoie de confirmare". Însă în timp ce Reininger descrie procedura prin care testăm un enunţ „elementar", cînd acesta devine îndoielnic pentru noi, cu ajutorul altor enunţuri, — este procedura deducerii şi testării concluziilor —, Neurath nu oferă o asemenea procedură. El remarcă doar că o propoziţie protocol, care contrazice un sistem, va fi, fie „ştearsă", fie „...acceptată, iar sistemul modificat în aşa fel, încît, după adăugarea acestei propoziţii, să rămînă consistent".

Punctul de vedere că propoziţiile protocol nu sînt intangibile (inatacabile) mi se pare un progres important; dacă facem abstracţie de înlocuirea formală a percepţiilor cu enunţuri despre percepţii, punctul de vedere că propoziţiile protocol pot fi revizuite este singurul pas înainte faţă de teoria „cunoaşterii nemijlocite" a lui Fries. Dar acest pas, făcut în direcţia bună, trebuie urmat de un altul, fără de care primul nu duce nicăieri: formularea unor reguli care să limiteze caracterul arbitrar al „ştergerii" (sau al „acceptării") unei propoziţii protocol. Neurath nu formulează nici o regulă de acest fel şi prin aceasta, fără să vrea, aruncă empirismul peste bord. Căci, fără asemenea reguli, enunţurile empirice nu mai pot fi distinse de alte genuri de enunţuri; orice sistem poate fi apărat dacă acele propoziţii protocol, care nu sînt, dintr-un motiv sau altul, convenabile, pot fi pur şi simplu şterse. În acest fel, nu numai că putem salva orice sistem de la infirmare empirică, în maniera convenţionalistă; dar, fiind dat un stoc suficient de propoziţii protocol, putem chiar să-l susţinem cu uşurinţă pe baza depoziţiei unor martori care au înregistrat ceea ce au văzut şi auzit. Neurath evită, într-adevăr, o formă a dogmatismului, dar el deschide, pe de altă parte, o cale arbitrarului dogmatic, o cale pe care orice sistem se poate institui ca „ştiinţă empirică".

Nu este, din această cauză, uşor de înţeles ce rol joacă, după Neurath, propoziţiile protocol. Din punctul de vedere mai vechi al lui Carnap, ele sînt acele propoziţii în raport cu care trebuie să fie probată (pusă la încercare) orice aserţiune a ştiinţei empirice. Tocmai de aceea sînt ele „irevocabile" şi numai ele pot răsturna alte propoziţii, care nu sînt propoziţii protocol. Dacă sînt lipsite de această funcţie şi se admite că pot fi ele însele răsturnate de teorii, se pune întrebarea de ce mai avem nevoie de ele? Deoarece Neurath nu încearcă să rezolve problema demarcaţiei, propoziţiile protocol nu mai sînt în concepţia lui decît o rămăşiţă a punctului de vedere tradiţional că ştiinţa empirică îşi are sursa în percepţii.

---

[10] REININGER, *Metaphysik der Wirklichkeit*, p. 133.

[11] NEURATH, „*Erkenntnis*", *3*, 1933, pp. 209 şi urm.

[12] CARNAP, „*Erkenntnis*", *3*, 1933, pp. 215 şi urm.; cf. nota 1 la paragraful 29.

27. *Obiectivitatea bazei empirice*

Eu pornesc de la o concepţie asupra ştiinţei deosebită de concepţiile psihologiste: *disting net între ştiinţa obiectivă, pe de o parte, şi „cunoaşterea noastră", pe de altă parte.*

Desigur că numai observaţia ne poate „furniza o cunoaştere asupra faptelor" şi în acest sens „putem (cum spune Hahn)... sesiza faptele numai prin observaţie"[1]. Dar această cunoaştere, această sesizare nu întemeiază adevărul nici unui enunţ. Problema teoriei cunoaşterii nu poate fi, de aceea, „... pe ce se sprijină *cunoaşterea* noastră? ... sau mai precis: cum pot, dacă am avut trăirea *S*, ... să-mi întemeiez... cunoaşterea, să o apăr împotriva îndoielii"[2]. Nimic nu se schimbă în această privinţă dacă înlocuim cuvîntul „trăire" prin expresia „propoziţie protocol". Problema teoriei cunoaşterii este, după părerea mea: Cum testam enunţurile ştiinţifice prin consecinţele lor?*[1]. Şi ce fel de consecinţe putem alege în acest scop, dacă şi acestea, la rîndul lor, trebuie să fie intersubiectiv testabile?

Pentru enunţurile logice sau tautologice, această abordare nepsihologică, obiectivă este deja aproape general acceptată. Ce-i drept, nu a trecut mult timp de cînd s-a susţinut punctul de vedere că logica este teoria despre legile gîndirii noastre şi că nu există pentru aceste legi altă justificare decît „faptul" că nu putem gîndi altfel; o inferenţă logică ar fi justificată prin aceea că noi trăim necesitatea ei sub forma unui sentiment de constringere. În domeniul logicii, acest gen de psihologism pare să aparţină acum trecutului; nimeni nu se mai gîndeşte să justifice validarea unei inferenţe sau să o apere de îndoieli scriind alături de ea următoarea propoziţie protocol: „Protocol: am avut astăzi, parcurgînd acest lanţ de inferenţe, un puternic sentiment de convingere".

Altfel stau lucrurile însă cînd este vorba de *componentele empirice ale ştiinţei*. Despre acestea se crede în general, că sînt întemeiate pe trăiri perceptive — adică, în modul formal de a vorbi, pe propoziţii protocol[51]. Orice încercare de a întemeia enunţuri logice pe propoziţii protocol va fi considerată de mulţi ca un exemplu de psihologism. În mod curios însă, încercarea de a întemeia enunţurile empirice pe propoziţii protocol se prezintă sub numele de „fizicalism". Situaţia este însă, după părerea mea, aceeaşi în ambele cazuri: *cunoaşterea* noastră, care poate fi descrisă vag ca un sistem de *dispoziţii*, şi de care se interesează psihologia, este legată în ambele cazuri cu sentimente de evidenţă şi convingeri; într-un caz, poate, cu sentimentul de a fi constrîns să gîndeşti într-un anumit fel, în celălalt cu cel de

---

[1] H. HAHN, *Logik, Mathematik und Naturerkennen*, *„Einheitswissenschaft"*, *2*, 1933, p. 19 şi 24.

[2] R. CARNAP, *Scheinprobleme in der Philosophie*, 1928, p. 15 (fără cursive în original).

*[1] Astăzi aş formula această întrebare în felul următor: cum putem critica cel mai bine teoriile (ipotezele, presupunerile) noastre, în loc de a le apăra împotriva îndoielilor? Desigur, *testarea* a fost întotdeauna, după părerea mea, o parte a criticii. (Cf. *Postscriptum*, paragraful *7, textul dintre notele 5 şi 6, şi sfîrşitul paragrafului *52.)

„încredere în percepții". Toate acestea îl interesează însă numai pe psiholog și n-au nimic de-a face cu problemele relațiilor logice dintre enunțurile științifice, singurele care îl interesează pe epistemolog[52]. (Este o prejudecată răspîndită că enunțul „Văd că această masă, de aici, este albă" ar poseda vreun privilegiu epistemologic față de enunțul „Masa de aici este albă"; numai fiindcă afirmă ceva despre mine, primul enunț nu poate fi socotit mai sigur, din punctul de vedere al testării obiective, decît al doilea, care afirmă ceva despre masa de aici.)

Pentru a asigura validitatea unui lanț de raționamente logice nu există decît *o* cale: să expunem acest lanț în forma în care testarea decurge cel mai ușor, adică să-l descompunem într-o mulțime de pași mici, astfel încît aceștia să poată fi controlați de oricine a învățat tehnicile logice și matematice de transformare a propozițiilor. Dacă cineva mai are după aceasta îndoieli, nu ne rămîne nimic altceva de făcut decît să-l rugăm să indice o eroare în lanțul raționamentelor sau să ia totul de la început. În cazul științelor empirice, situația este aproape aceeași. Orice enunț al științei empirice poate fi prezentat (prin indicarea dispozitivelor experimentale etc.) în așa fel, încît oricine stăpînește tehnica domeniului respectiv să fie în stare să-l testeze. Dacă verdictul experimentatorului este negativ, el nu îl va putea justifica prin descrierea sentimentelor sale de îndoială sau prin asigurări cu privire la trăirile sale perceptive. Ceea ce va trebui să facă, va fi să formuleze o aserțiune contrară și să dea instrucțiuni pentru testarea ei. Dacă nu face acest lucru, nu ne rămîne decît să-l rugăm să examineze încă o dată, cu mai multă atenție, experimentul care i-a fost propus.

O afirmație care nu este formulată într-o formă testabilă poate juca în știință doar rolul unui imbold, rolul de a sugera o problemă. În domeniul logicii și matematicii, un exemplu în acest sens este problema lui Fermat, iar în domeniul istoriei naturale, să zicem, relatările asupra șerpilor de mare. În asemenea cazuri, știința nu afirmă că relatările sînt născociri, că Fermat s-a înșelat, sau că cei care au observat șerpii de mare sînt mincinoși, ci se abține provizoriu de la un verdict[3].

Putem considera știința și din alte puncte de vedere, în afara celui al teoriei cunoașterii, de exemplu ca fenomen biologic sau sociologic. Ea poate fi descrisă, din aceste puncte de vedere, ca o unealtă, ca un instrument, comparabil poate cu instalațiile noastre industriale; ea poate fi concepută ca mijloc de producție sau ca „o cale ocolită spre producție" (*„Produktionsumweg"*)[4]. Dar nici din acest punct de vedere știința nu are mai mult de-a face cu „trăirile noastre" decît orice alt instrument sau mijloc de producție. Și nici în măsura în care satisface necesități de ordin intelectual, ea nu are cu trăirile noastre conexiuni care să difere în principiu de cele ale altor structuri obiective. Nu este, într-adevăr, incorect dacă spunem că știința este „...un instrument", al cărui scop este „...să prezică, pornind de la trăiri nemijlocite, experiențe ulterioare și, pe cît posibil, să le controleze pe acestea"[5]. Dar nu

---

[3] Cf. remarca despre „efectele oculte" din paragraful 8.

[4] Expresia aparține lui Böhm-Bawerk.

[5] PH. FRANK, *Das Kausalgesetz und seine Grenzen*, 1932, p. 1. *În ceea ce privește instrumentalismul, vezi nota *1 la paragraful 12 și *Postscriptum*-ul, mai ales paragrafele *12—15.

cred că menţionarea trăirilor contribuie la claritate; ea nu este mai potrivită decît, să spunem, caracterizarea unei sonde prin observaţia, care nu este incorectă, că scopul ei ar fi să ne procure anumite trăiri — adică nu ţiţei, ci vederea şi mirosul ţiţeiului; nu bani, ci sentimentul de a avea bani.

28. *Enunţurile de bază*

Am indicat deja, pe scurt, funcţia pe care o atribuie teoria mea epistemologică enunţurilor de bază. Avem nevoie de ele pentru a decide cînd putem numi o teorie falsificabilă, adică empirică (cf. paragraful 21) şi avem nevoie de ele pentru coroborarea ipotezelor falsificatoare, respectiv pentru falsificarea teoriilor (cf. paragraful 22).

Enunţurile de bază trebuie, prin urmare, să satisfacă următoarele condiţii: (a) dintr-un enunţ universal nu poate fi dedus, fără condiţii iniţiale, un enunţ de bază*[1], în schimb, (b) un enunţ universal poate intra în contradicţie cu un enunţ de bază. C o n d i ţ i a (b) poate fi satisfăcută numai dacă nega-

*[1] Cînd am scris aceasta, am crezut că este suficient de clar şi de la sine înţeles că numai din teoria lui Newton, fără condiţii iniţiale, nu pot fi deduse enunţuri de observaţie (şi prin urmare, în mod sigur, nici un enunţ de bază). Din păcate, s-a văzut că acest fapt şi consecinţele ce rezultă de aici pentru problema enunţurilor de observaţie sau de bază nu au fost suficient luate în consideraţie de unii din criticii cărţii mele. Doresc, de aceea, să adaug aici cîteva remarci asupra acestei teme.

Mai întîi: nimic observabil nu decurge dintr-un enunţ pur universal, de exemplu, „Toate lebedele sînt albe". Aceasta se vede uşor dacă reflectăm asupra faptului că enunţurile „Toate lebedele sînt albe" şi „Toate lebedele sînt negre" nu se contrazic, desigur, reciproc, ci implică împreună, pur şi simplu, că nu există lebede, ceea ce evident nu este un enunţ de observaţie şi nici cel puţin unul care poate fi „verificat". (Un enunţ unilateral falsificabil ca „Toate lebedele sînt albe" are, dealtfel, aceeaşi formă logică ca şi „Nu există lebede", fiindcă este echivalent cu enunţul „Nu există lebede nealbe".)

Dacă acceptăm aceasta, vedem imediat că enunţurile singulare care pot fi deduse din enunţuri strict universale nu pot fi enunţuri de bază. Am în vedere enunţuri de forma: „Dacă există o lebădă în locul k, atunci există o lebădă albă în locul k". (Sau: „În k nu există nici o lebădă sau există o lebădă albă".) Vedem imediat de ce aceste „enunţuri instanţiale" *(instantial statements)* nu sînt enunţuri de bază. Motivul este că aceste enunţuri instanţiale *nu pot juca rolul de enunţuri-test* (sau de falsificatori potenţiali), care este tocmai rolul pe care trebuie să-l îndeplinească enunţurile de bază. Dacă am accepta enunţurile instanţiale ca enunţuri de bază, am obţine pentru orice teorie (şi deci atît pentru „Toate lebedele sînt albe" cît şi pentru „Toate lebedele sînt negre") un număr copleşitor de verificări — chiar şi un număr infinit, odată ce acceptăm ca un fapt că cea mai mare parte a lumii nu conţine lebede.

Fiindcă „enunţurile instanţiale" pot fi derivate din enunţuri universale, negaţiile lor trebuie să fie falsificatori potenţiali şi *pot* fi prin urmare enunţuri de bază (dacă condiţiile formulate în cele ce urmează, în text, sînt satisfăcute). Invers, enunţurile instanţiale vor avea forma enunţurilor de bază negate (vezi şi nota *4 la paragraful 80). Este interesant de remarcat că enunţurile de bază (care sînt prea tari pentru a putea fi derivate numai din legi universale) au un conţinut informativ mai mare decît enunţurile instanţiale care iau naştere prin negarea lor; aceasta înseamnă că *conţinutul enunţurilor de bază depăşeşte probabilitatea lor* (căci el trebuie să depăşească 1/2).

Acestea ar fi cîteva din consideraţiile pe care se întemeiază teoria mea despre forma logică a enunţurilor de bază. (Vezi şi *Conjectures and Refutations*, 1963, p. 386 şi urm.)

ţia unui enunţ de bază poate fi dedusă din teoria pe care acest enunţ o contrazice. De aici şi din condiţia (a) rezultă că un enunţ de bază trebuie să aibă o asemenea formă logică, încît negaţia lui să nu poată fi un enunţ de bază.

Am întîlnit deja enunţuri care au o altă formă logică decît negaţiile lor: enunţurile universale şi enunţurile pur existenţiale reprezintă unele negaţia celorlalte şi diferă în ceea ce priveşte forma lor logică. Enunţurile singulare pot fi construite într-un mod analog. Enunţul: „Există un corb în regiunea spaţio-temporală *k*" are o altă formă logică, nu numai lingvistică, decît enunţul „Nu există nici un corb în regiunea spaţio-temporală *k*". Un enunţ de forma „În regiunea spaţio-temporală *k* există cutare şi cutare", sau „cutare şi cutare eveniment[53] are loc în regiunea *k*" (cf. paragraful 23), poate fi numit un „enunţ *singular* existenţial". Iar enunţul care se obţine prin negarea lui, adică „Nu există cutare şi cutare în regiunea *k*" sau „Nici un eveniment de cutare şi cutare fel nu are loc în regiunea *k*", poate fi numit un „enunţ *singular* non-existenţial".

Putem formula acum următoarea regulă privitoare la enunţurile de bază: *enunţurile de bază au forma enunţurilor singulare existenţiale.* Ele satisfac în acest caz condiţia (a), căci dintr-un enunţ strict universal, adică dintr-un enunţ strict nonexistenţial nu poate fi dedus niciodată un enunţ singular existenţial; ele satisfac, de asemenea, condiţia (b), ceea ce se vede din faptul că din fiecare enunţ singular existenţial poate fi derivat un enunţ strict existenţial, omiţînd, pur şi simplu, orice referinţă la determinări spaţio-temporale; şi, aşa cum am văzut, un enunţ strict existenţial poate contrazice o teorie.

Este de remarcat că prin conjuncţia a două enunţuri de bază *p* şi *r*, care nu se contrazic unul pe altul, ia naştere tot un enunţ de bază. În anumite condiţii poate lua naştere un enunţ de bază şi din conjuncţia unui enunţ de bază şi a unui enunţ care nu este enunţ de bază. De exemplu, din conjuncţia enunţului de bază *r* „Există un indicator în locul *k*" şi a enunţului singular nonexistenţial $\bar{p}$ „Nu există un indicator mobil în locul *k*"; căci conjuncţia $r.\bar{p}$ a acestor două enunţuri este echivalentă cu enunţul singular existenţial: „Există un indicator imobil în locul *k*". Urmează că, dacă avem o teorie *t* şi condiţiile iniţiale *r*, din care deducem predicţia *p*, enunţul $r.\bar{p}$ va fi un falsificator al teoriei şi astfel un enunţ de bază. (Pe de altă parte, enunţul condiţional „$r \rightarrow p$", adică „Dacă *r* atunci *p*", este tot aşa de puţin un enunţ de bază ca şi negaţia $\bar{p}$, fiind echivalent cu negaţia unui enunţ de bază, anume a lui $r.\bar{p}$.)

Alături de aceste cerinţe formale, care sînt satisfăcute de toate enunţurile singulare existenţiale, enunţul de bază trebuie să satisfacă şi o cerinţă materială, anume aceea că evenimentele despre care el afirmă că au loc în locul *k* să fie evenimente „observabile"; cu alte cuvinte, enunţurile de bază trebuie să fie intersubiectiv testabile prin observaţie. Fiindcă sînt enunţuri singulare, această cerinţă poate să se refere, desigur, numai la acei observatori care sînt bine plasaţi (o problemă la care nu mă voi opri).

S-ar părea că prin cerinţa observabilităţii am deschis o portiţă de intrare psihologismului. Dar nu este aşa. Este adevărat că termenul „eveniment observabil" poate fi interpretat într-un sens psihologic. Dar eu îl utilizez într-un

asemenea sens încît poate fi înlocuit cu expresia „eveniment care implică poziţia şi mişcarea unor corpuri fizice macroscopice". Mai exact, putem spune că fiecare enunţ de bază este fie un enunţ despre poziţiile relative ale unor corpuri fizice, fie un enunţ echivalent cu un enunţ de bază de acest tip „mecanicist" sau „materialist". (O asemenea stipulaţie este realizabilă fiindcă o teorie care este intersubiectiv testabilă va fi şi intersenzorial testabilă[1]; adică testele care se desfăşoară pe baza participării unui simţ pot fi, principial, înlocuite cu teste care implică participarea altor simţuri.) Observaţia că teoria mea ar fi psihologistă nu ar fi, aşadar, cu nimic mai îndreptăţită decît acuzaţia că ar fi mecanicistă (sau materialistă), de unde se vede cel mai bine că este de fapt *neutră* faţă de asemenea caracterizări. Am formulat aceste consideraţii numai în scopul de a elibera termenul „observabil" de nuanţa lui psihologistă. (Observaţiile şi percepţiile pot fi ceva psihologic, nu însă observabilitatea.) Dealtfel, intenţia mea nu a fost să definesc, ci doar să clarific termenul „observabil" sau „eveniment observabil" prin exemple psihologiste sau mecaniciste. Cred că acest termen ar trebui introdus ca un *concept primitiv*, nedefinit, suficient precizat prin uzul lingvistic, pe care epistemologul trebuie să înveţe să-l folosească într-un mod asemănător cu felul cum a învăţat termenul „semn" sau fizicianul termenul „masă punctuală".

Enunţurile de bază sînt deci — în modul material de a vorbi — enunţuri care afirmă că într-o regiune determinată a spaţiului şi timpului are loc un eveniment-tip observabil. Diferiţii termeni care intervin în această definiţie — cu excepţia termenului primitiv, dar susceptibil de precizare, „observabil" — au fost explicaţi în paragraful 23.

29. *Relativitatea enunţurilor de bază. Rezolvarea trilemei lui Fries*

Orice test al unei teorii, fie că are ca rezultat coroborarea sau falsificarea ei, trebuie să se oprească la anumite propoziţii de bază pe care *decidem să le acceptăm*. Dacă nu luăm o asemenea decizie şi nu acceptăm anumite enunţuri de bază sau altele, testul nu va avea nici un rezultat. Dar din punct de vedere logic nu sîntem niciodată constrînşi să ne oprim la anumite enunţuri de bază şi, fie să le acceptăm pe acestea, fie să renunţăm la testarea teoriei. Căci fiecare enunţ de bază poate fi, la rîndul său, testat prin enunţurile de bază care pot fi deduse din el cu ajutorul unei teorii, fie cea care urmează să fie testată, fie altele. Acest proces nu are un sfîrşit „natural"[1].

---

[1] CARNAP, „*Erkenntnis*", *2*, 1932, p. 445.

[1] Cf. CARNAP, „*Erkenntnis*", *3*, 1933, p. 224. Mă alătur expunerii pe care o face Carnap aici (p. 223 şi urm.) poziţiei mele, cu excepţia unor amănunte nu prea importante. Aceste amănunte sînt: sugestia (p. 224) că enunţurile de bază (numite de Carnap „propoziţii protocol") constituie temelia pe care este construită ştiinţa; observaţia (p. 225) că un enunţ protocol poate fi confirmat „cu cutare şi cutare grad de certitudine"; remarca că „enunţurile despre percepţii" sînt „verigi cu drepturi egale ale lanţului" şi că „la ele facem apel în cazurile critice". Cf. şi citatul din textul în care se face trimiterea la nota următoare.

Aş dori, cu această ocazie, să mulţumesc călduros profesorului Carnap pentru aprecierile binevoitoare pe care le face, în acest articol, cu privire la cercetările mele.

Pentru a ajunge la un rezultat, nu ne rămîne altceva de făcut decît să ne oprim la un moment dat şi să ne declarăm, provizoriu, mulţumiţi.

Este lesne de înţeles că în acest fel ajungem la recomandarea de a ne opri la acele enunţuri care sînt mai „uşor" testabile, adică cu privire la acceptarea sau respingerea cărora cercetătorii cad mai repede de acord. Dacă ei nu cad de acord, atunci vor testa în continuare enunţurile sau vor relua testele de la început. Dacă nici în acest fel nu ajungem la nici un rezultat, vom spune că nu sîntem în faţa unor ipoteze (enunţuri) intersubiectiv testabile, că nu avem de a face cu „evenimente observabile". Dacă într-o bună zi oamenii de ştiinţă care fac observaţii nu ar mai putea cădea de acord asupra enunţurilor de bază, aceasta ar însemna eşecul limbii ca mijloc de comunicare universal, adică ar însemna un nou „turn Babel"; activitatea cercetătorului ar deveni lipsită de sens, munca la edificiul ştiinţei ar înceta.

După cum o demonstraţie logică este satisfăcătoare numai atunci cînd munca grea a fost făcută şi oricine este capabil să controleze uşor această demonstraţie, tot aşa, după ce ştiinţa a realizat munca ei de deducţie sau explicaţie, ne găsim în faţa unor enunţuri de bază, care pot fi testate uşor. Enunţurile despre trăiri subiective — enunţurile protocol — nu fac parte dintre acestea; ele nu sînt apte să funcţioneze ca enunţuri la care să ne oprim. Vom utiliza, desigur, şi protocoale, cum sînt certificatele cu privire la teste, eliberate de instituţiile de cercetare ştiinţifică şi tehnică. Acestea pot fi la nevoie testate mai departe, de exemplu testînd viteza de reacţie a experţilor care realizează testul, adică determinînd ecuaţia lor personală. Dar în general, şi în special „...în cazurile critice", ne vom opri la enunţuri care pot fi testate uşor şi nu, cum recomandă Carnap, la enunţurile protocol „... fiindcă testarea intersubiectivă a enunţurilor despre percepţii este relativ complicată şi dificilă"[2].

Care este deci poziţia mea faţă de trilema lui Fries: dogmatism — regres la infinit — psihologism? (Cf. paragraful 25.) Enunţurile de bază, la care ne oprim la un moment dat, cu care ne declarăm satisfăcuţi, pe care le recunoaştem ca testate într-o măsură suficientă, au caracterul unor *dogme* numai întrucît încetăm să le justificăm (testăm) mai departe. Dar acest gen de dogmatism este inofensiv, căci enunţurile pot fi testate mai departe, ori de cîte ori acest lucru apare ca necesar. Admit că lanţul deducţiilor este principial infinit, dar acest „*regres la infinit*" este fără inconveniente, fiindcă, după teoria mea, prin el nu ne propunem să demonstrăm vreun enunţ. În sfîrşit, în ceea ce priveşte *psihologismul*, sînt de acord că decizia de a accepta un enunţ de bază, de a ne declara satisfăcuţi cu el, este legată cauzal de trăirile noastre, în special de trăirile noastre perceptive. Dar enunţurile de bază nu sînt justificate (întemeiate) prin raportare la aceste trăiri. Trăirile pot *motiva* decizii, dar un enunţ de bază poate fi tot atît de puţin *justificat* prin raportare la trăiri ca şi printr-o lovitură cu pumnul în masă[3].

---

[2] Cf. nota precedentă. *Acest articol al lui Carnap conţine prima relatare publicată despre teoria mea asupra testării ipotezelor; punctul de vedere citat mai sus mi-a fost atribuit mie, în mod eronat, în acest articol.

[3] Mi se pare că punctul de vedere susţinut aici este mai aproape de filozofia „critică" (kantiană) (poate în forma pe care o ia la Fries) decît de pozitivism. Căci, în timp ce Fries subliniază prin teoria sa despre „prejudecata dovezii" că relaţia (logică) dintre enunţuri este

30. *Teorie și experiment*

Enunţurile de bază sînt acceptate ca rezultat al unei decizii sau înţelegeri; în acest sens, ele sînt *convenţii*. Aceste decizii sînt adoptate pe baza unei proceduri guvernate de reguli. Deosebit de importantă, printre acestea, este regula care ne spune că nu trebuie să acceptăm *enunţuri de bază izolate*, neconectate logic, ci numai enunţuri de bază cerute pentru testarea teoriilor; testarea teoriilor ridică întrebări la care răspundem prin acceptarea unor enunţuri de bază.

Situaţia reală nu este aceea pe care o are în vedere empiristul naiv sau susţinătorul logicii inducţiei; anume că începem prin adunarea şi ordonarea experienţelor noastre şi, în felul acesta, ajungem la ştiinţă; sau exprimînd aceasta în modul de a vorbi formal: dacă dorim să construim o ştiinţă, trebuie să colectăm mai întîi enunţuri protocol. Dispoziţia: „înregistrează în protocoale ceea ce observi acum" nu este clară. Trebuie să înregistrez oare că tocmai scriu, că aud un sunet de clopot, un vînzător de ziare sau un megafon sau că aceste zgomote mă supără? Şi chiar dacă dispoziţia ar avea un sens univoc, trebuie spus că o colecţie, oricît de bogată, de enunţuri de acest fel nu duce niciodată la *ştiinţă*. Ştiinţa presupune puncte de vedere, formularea unor probleme teoretice[54].

Fixarea enunţurilor de bază are loc cu ocazia *aplicării* unei teorii şi este o parte a acestei aplicări, aceea în care teoria este supusă *probei*. Ca şi aplicarea teoriei în general, fixarea enunţurilor de bază este o acţiune metodică, condusă de consideraţii teoretice.

În acest fel se rezolvă probleme ca aceea a lui Whitehead: de ce coincid întotdeauna dejunul tactil cu cel vizual sau impresia tactilă cu cea vizuală şi cea auditivă de foşnet produse de ziarul *Times**1. Logicianul inductiv, care crede că ştiinţa pleacă de la percepţii elementare, izolate, este uimit de o asemenea coincidenţă regulată, care trebuie să-i apară ca fiind întru totul „accidentală". El nu poate explica regularităţile prin teorii, fiindcă teoriile nu sînt în viziunea sa nimic altceva decît enunţuri despre coincidenţe uniforme.

Din punctul meu de vedere, conexiunile dintre diferitele noastre trăiri pot fi deduse şi explicate în termenii *teoriilor* pe care ne propunem să le testăm. (Teoriile noastre nu ne duc la anticiparea unei impresii tactile despre Lună care să coincidă cu cea vizuală; tot aşa, nu ne aşteptăm să fim supăraţi de un coşmar auditiv.) Rămîne doar o problemă — o problemă care evident nu poate primi un răspuns printr-o teorie falsificabilă şi care este, prin urmare,

---

cu totul de altă natură decît cea dintre enunţuri şi trăirile senzoriale, pozitivismul încearcă să desfiinţeze această distincţie. Ştiinţa este întemeiată, la pozitivişti, fie pe cunoaşterea mea, pe *trăirile „mele"* perceptive (monismul datelor senzoriale), fie trăirile senzoriale sînt incluse în *sistemul enunţurilor* ştiinţifice obiective în forma „enunţurilor protocol" (monismul enunţurilor).

*1 A. N. WHITEHEAD, *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge*, 1925, p. 194.

„metafizică": cum se întîmplă că avem atît de des noroc în formularea teoriilor noastre, cum se face că „există legități"?*[1a].

Toate aceste considerații sînt importante pentru *o teorie a experimentului*. Teoreticianul pune experimentatorului anumite întrebări și acesta încearcă, prin experimentele sale, să obțină un răspuns determinat la aceste întrebări și numai la acestea. El încearcă să excludă toate celelalte întrebări. (Aici joacă un rol independența relativă a subsistemelor unei teorii.) Experimentatorul caută să-și organizeze experimentul în așa fel, încît acesta să fie, în raport cu o anumită întrebare, „cît mai sensibil cu putință, iar în raport cu toate celelalte întrebări, asociate cu acesta, cît mai insensibil: în aceasta constă, între altele, munca de izolare a tuturor surselor de erori posibile"[1]. Dar experimentatorul procedează în acest fel nu pentru „a ușura sarcina teoreticianului"[2], pentru a furniza teoreticianului o bază pentru generalizări inductive. Dimpotrivă, teoreticianul trebuie să-și fi îndeplinit deja sarcina, sau în orice caz partea ei cea mai grea: aceea de a formula întrebarea cît mai precis. El este acela care îi indică experimentatorului calea de urmat. Dar chiar și munca experimentatorului constă nu atît în efectuarea de „observații precise", cît în considerații de natură teoretică; acestea domină munca experimentală, de la planificarea experimentului pînă la ultimele manipulări*[2].

Această afirmație este ilustrată de cazurile în care teoreticianul reușește să prezică un efect care a fost produs, în mod experimental, mai tîrziu; poate cel mai frumos exemplu în acest sens este predicția lui de Broglie cu privire la caracterul ondulatoriu al materiei (substanței), confirmată experimental, pentru prima dată, de Davisson și Germer*[3]. Ea este ilustrată poate și mai bine de cazurile a căror trăsătură izbitoare este fertilizarea teoriei de către experiment. În aceste cazuri, ceea ce îl obligă pe teoretician să caute o teorie mai bună este aproape întotdeauna *falsificarea* experimentală a unei teorii acceptate, care a fost pînă atunci coroborată, adică rezultatele unor teste ghidate de teorie. Exemple cunoscute sînt experimentul Michelson-Morley, care a condus la teoria relativității[55], și falsificarea de către Lummer și Pringsheim a formulei radiației a lui Rayleigh și Jeans și a celei a lui Wien, falsificare care a condus la teoria cuantică. Există, desigur, și desco-

---

*[1a] La această problemă voi reveni în paragraful 79 și în noua anexă *X; vezi și *Postscriptum*-ul, în special paragrafele *15 și *16.

[1] H. WEYL, *Philosophie der Mathematik und der Naturwissenschaft*, 1927, p. 113.

[2] WEYL, *ibid.*

*[2] Am acum impresia că ar fi trebuit să subliniez aici un punct de vedere, care este exprimat în alte pasaje ale cărții (de exemplu alineatul 4 și alineatul ultim al paragrafului 19). Mă refer la punctul de vedere că observațiile și mai ales enunțurile observaționale și enunțurile despre rezultatele experimentale sînt întotdeauna *interpretări* ale faptelor observate, *interpretări în lumina teoriilor*. Acesta este unul din motivele pentru care este așa de înșelător de ușor să găsim verificări ale unei teorii și pentru care trebuie să adoptăm o atitudine foarte critică față de teoriile noastre, dacă nu dorim să argumentăm într-un mod circular. Trebuie să năzuim permanent spre *falsificarea* teoriilor noastre.

*[3] O scurtă dar excelentă relatare oferă MAX BORN în *Albert Einstein, Philosopher-scientist*, ed. P. A. SCHILPP, 1949, p. 174. Există și exemple chiar mai bune, ca descoperirea planetei Neptun de Adams și Leverrier și descoperirea undelor hertziene.

periri întîmplătoare, dar ele se produc relativ rar. Mach[3] vorbeşte pe drept cuvînt, în asemenea cazuri, de „corectarea vederilor ştiinţifice de către împrejurări accidentale" (recunoscînd astfel, fără să vrea, însemnătatea teoriilor).

Voi putea acum răspunde şi la întrebarea: cum şi de ce preferăm o teorie alteia?

Preferinţa nu se datoreşte justificării experimentale a enunţurilor care compun teoria, reducerii logice a teoriei la datele empirice. Preferăm teoria care se afirmă în competiţia dintre teorii, pe care selecţia o indică drept cea mai aptă să supravieţuiască, teoria care poate fi testată cel mai sever şi care a trecut cu succes, pînă acum, teste din cele mai severe. Teoria este un instrument pe care îl punem la probă prin aplicaţiile sale şi a cărui adecvare o judecăm pe temeiul rezultatelor aplicaţiilor sale*[4].

Din punct de vedere logic, testarea teoriilor se realizează prin raportarea la enunţurile de bază, care sînt acceptate prin decizie. *Deciziile* sînt cele care hotărăsc, deci, asupra soartei teoriilor. Prin aceasta dau problemei criteriilor alegerii unei teorii un răspuns asemănător cu cel al convenţionalismului; ca şi convenţionaliştii, voi spune că această alegere este determinată în parte de criterii de utilitate. Cu toate acestea, între punctul meu de vedere şi cel al convenţionaliştilor există o mare diferenţă. Consider că ceea ce caracterizează metoda empirică este că nu enunţul universal, ci cele singulare, enunţurile de bază, sînt cele pe care le recunoaştem şi le stabilim prin decizie[56].

Pentru convenţionalist acceptarea enunţurilor universale este guvernată de principiul *simplităţii*: el selectează sistemul cel mai simplu. Eu susţin, dimpotrivă, că primul lucru care trebuie să fie luat în considerare este severitatea testelor propuse de o teorie. (Există o legătură strînsă între ceea ce numesc „simplitate" şi severitatea testelor; ideea mea de simplitate diferă însă mult de cea a convenţionalismului; cf. paragraful 46.) Şi susţin că ceea ce decide în ultimă instanţă soarta unei teorii este rezultatul testului, adică stabilirea enunţurilor de bază. Împreună cu convenţionalismul, pot spune că alegerea unei anumite teorii este o problemă de decizie practică (*Sache des praktischen Handelns*). Dar această decizie practică este din punctul meu de vedere aplicare a teoriei şi stabilire a enunţurilor de bază, legată de această aplicare, în timp ce pentru convenţionalist decisive sînt motivele estetice.

Dacă mă delimitez de *convenţionalişti* susţinînd că *nu enunţurile universale, ci cele singulare*, urmează să fie stabilite prin înţelegere, mă deosebesc în acelaşi timp de *pozitivişti*, afirmînd că alegerea enunţurilor de bază nu poate fi justificată prin raportare la trăirile noastre, ci este, din punct de vedere logic, o decizie liberă (iar din punct de vedere psihologic, o reacţie adecvată).

Această distincţie dintre *justificare* şi *decizie* — o decizie luată pe baza unei proceduri guvernate de reguli, voi încerca să o explic printr-o analogie cu procedura curţii cu juri „clasice", tradiţionale.

---

[3] MACH, *Die Prinzipien der Wärmelehre*, 1896, p. 438.

*[4] Pentru critica punctului de vedere „instrumentalist" vezi nota *1 înaintea paragrafului 12 şi adaosul, marcat cu un asterisc, la nota 1, paragraful 12.

Verdictul juriului, ca şi cel al experimentatorului, este un răspuns la o întrebare privitoare la o chestiune de fapt (*quid facti?*), care trebuie să fie formulată cît mai precis cu putinţă. Dar ce anume se întreabă şi cum este formulată întrebarea, depinde în mare măsură de contextul juridic, adică de sistemul existent de drept penal, care corespunde unui sistem de teorii. Prin verdictul juriului se formulează o afirmaţie despre un eveniment concret, ceva analog unui enunţ de bază. Însemnătatea verdictului constă în faptul că din el şi din enunţurile universale ale sistemului (ale dreptului penal) sînt deduse anumite consecinţe. Cu alte cuvinte, verdictul constituie baza pentru aplicarea sistemului, joacă rolul unui „enunţ adevărat pe temeiul faptelor". Este însă clar că enunţul nu trebuie să fie neapărat „adevărat" doar pentru că a fost acceptat de juraţi. Faptul este recunoscut şi prin dispoziţia care permite anularea sau revizuirea verdictului.

La verdict se ajunge printr-o procedură guvernată de reguli. Aceste reguli sint întemeiate pe anumite principii care nu sînt destinate exclusiv să asigure descoperirea adevărului obiectiv, căci ele lasă loc nu numai pentru convingeri subiective, ci şi pentru tendinţe subiective. Dar chiar dacă facem abstracţie de aceste caracteristici ale curţii cu juri tradiţionale şi imaginăm o procedură construită numai pe principiul asigurării descoperirii adevărului obiectiv, prin verdictul juraţilor adevărul afirmaţiei faptice făcută de ei nu este nicidecum *fundamentat*.

Nici convingerile subiective ale juraţilor nu pot fi considerate ca o întemeiere a verdictului, deşi între ele şi verdict există o legătură cauzală strînsă, de ordin psihologic, deşi aceste convingeri pot fi numite „motive" ale deciziei juraţilor. Aceasta rezultă clar şi din faptul că votul juriului poate fi reglementat în diferite feluri (majoritate simplă sau calificată), astfel încît raportul dintre convingerile subiective ale juraţilor şi verdictul lor poate lua forme diferite.

În opoziţie cu verdictul juriului, sentinţa judecătorului trebuie să fie *întemeiată* (*fundamentată*); ea este dedusă logic din enunţurile sistemului penal plus verdictul, care joacă rolul „condiţiilor iniţiale". Iată de ce sentinţa poate fi atacată pe temeiuri logice. Dimpotrivă, verdictul juriului poate fi pus în discuţie numai dacă au fost încălcate anumite reguli procedurale, adică pe temeiuri formale, şi nu de conţinut. (Justificările de conţinut ale deciziilor sînt numite în mod semnificativ „expuneri de motive", şi nu întemeieri (Begründungen).

Analogia cu decizia prin care sînt adoptate enunţurile de bază, cu relativitatea lor, cu dependenţa lor de problemele ridicate de teorie, este clară. După cum în cazul curţii cu juri nu este posibilă aplicarea „teoriei" înainte ca juraţii să pronunţe verdictul, iar verdictul este formulat pe baza unei proceduri care rezultă din aplicarea unui cod juridic, tot aşa în cazul enunţurilor de bază stabilirea lor înseamnă deja aplicarea unui sistem teoretic şi numai această aplicare face posibile alte aplicaţii ale sistemului.

Baza empirică a ştiinţei nu este, astfel, ceva „absolut"[4]. Ştiinţa nu construieşte pe o temelie de granit. Construcţia îndrăzneaţă a teoriilor ei se ri-

---

[4] WEYL (*op. cit.*, p. 83) scrie: „Această polaritate *subiectiv-absolut* şi *obiectiv-relativ* mi se pare a fi unul din adevărurile gnoseologice fundamentale, care pot fi desprinse din cerce-

dică, pentru a spune aşa, pe un teren mlăştinos. Ea poate fi comparată cu o construcţie ai cărei stîlpi de susţinere se afundă într-o mlaştină şi nu se sprijină pe vreo temelie naturală sau „dată". Şi dacă încetăm să mai împingem stîlpii în adînc, nu este fiindcă am atins un strat rezistent. Pur şi simplu, ne oprim atunci cînd credem că stîlpii sînt destul de solizi pentru a susţine, cel puţin un timp, construcţia.

**Adaos la ediţia germană din 1968 şi la ediţia engleză din 1972.* Unele puncte ale acestui capitol nu au fost bine înţelese.

(1) Cuvîntul „bază" are, cum arată îndeosebi ultimul paragraf al capitolului, o nuanţă ironică: *baza se clatină.*

(2) Capitolul formulează un *realism robust* şi arată că acesta este compatibil cu un empirism de factură nouă, nedogmatic şi nesubiectiv. El este îndreptat împotriva oricărei teorii a cunoaşterii care pleacă de la *experienţele* sau *percepţiile noastre subiective*: împotriva empirismului clasic (subiectivist), a idealismului, pozitivismului, fenomenalismului, senzualismului şi psihologismului (inclusiv a formei sale behavioristice şi a aşa-numitului „monism neutral"). Încerc să înlocuiesc ideea clasică a experienţei (observaţiei) cu ideea testării obiective şi ideea *observabilităţii* cu cea a *testabilităţii* obiective. (Vezi capitolul VI.)

(3) Limbajul nostru este îmbibat (*durchsetzt*) de teorii; *nu există* enunţuri de observaţie *pure*. („Transcendenţa inerentă oricărei descrieri" — cf. paragraful 25.) Chiar şi într-un aşa-zis limbaj „fenomenologic" („phänomenalen" Sprache), care admite expresii ca „acum, aici, roşu", cuvîntul „acum" implică o teorie rudimentară a timpului, cuvîntul „aici" o teorie a spaţiului iar cuvîntul „roşu" o teorie a culorilor.

(4) *Nu există* observaţii *pure*, ele sînt îmbibate de teorii şi sînt călăuzite de probleme şi de teorii.

(5) „Enunţurile de bază" sînt (a) enunţuri-test criticabile; (b) ipoteze transcendente (cf. paragraful 25) ca şi enunţurile universale (vezi şi anexa *X); (c) în capitolul următor, ele vor fi utilizate pentru a introduce ideea fundamentală a *gradelor de testabilitate sau de conţinut empiric.*

---

tarea naturii. Cine vrea absolutul trebuie să accepte subiectivitatea, dependenţa de eu; cine tinde spre obiectivitate nu poate depăşi relativitatea". Iar puţin mai sus (p. 82): „Trăirea nemijlocită este *subiectivă* şi *absolută*...; lumea obiectivă, pe de altă parte, pe care ştiinţa naturii încearcă să o separe prin cristalizare... este relativă". BORN (*Die Relativitätstheorie Einsteins und ihre physikalischen Grundlagen*, ed. a III-a, 1922, *Introducere*) se exprimă într-un mod asemănător. În esenţă, aceasta este teoria lui Kant asupra obiectivităţii, dezvoltată în mod consecvent (cf. paragraful 8 şi nota 5 la acest paragraf). REININGER se referă şi el la această situaţie. El scrie (*Das Psycho-Physische Problem*, 1916, p. 291): „Metafizica *ca ştiinţă* nu este posibilă... fiindcă deşi absolutul este, într-adevăr, trăit şi este astfel intuitiv resimţit, el nu se lasă exprimat în cuvinte. Căci: ‚Dacă sufletul *vorbeşte*, atunci, vai, nu mai este *sufletul* cel care vorbeşte.' (*Spricht* die Seele, so spricht, ach! schon die *Seele* nicht mehr)".

CAPITOLUL VI

GRADE DE TESTABILITATE

Teoriile pot fi mai sever sau mai puţin sever testabile, adică „mai uşor" sau „mai puţin uşor" falsificabile. Aprecierea gradului de testabilitate prezintă importanţă pentru selecţia teoriilor.

La baza comparaţiei *gradelor de testabilitate sau de falsificabilitate* voi aşeza comparaţia claselor falsificatorilor potenţiali. Această investigaţie este independentă de întrebarea dacă este posibilă o distincţie absolut riguroasă între teorii falsificabile şi teorii nefalsificabile. S-ar putea chiar spune că cerinţa falsificabilităţii este „relativizată" printr-o asemenea investigaţie.

31. *Un program şi o ilustrare*

O teorie este falsificabilă, aşa cum s-a văzut în paragraful 23, dacă pentru ea există cel puţin o clasă omotipă interzisă de enunţuri de bază, o clasă nevidă de falsificatori potenţiali. Dacă reprezentăm, precum în paragraful 23, clasa tuturor enunţurilor de bază posibile printr-un cerc şi înşirăm evenimentele de-a lungul razelor cercului, putem spune: cel puţin *o* „rază" sau, mai precis, cel puţin un sector îngust — lăţimea finită poate ilustra „observabilitatea" evenimentului — trebuie să fie interzis de către teorie. Falsificatorii potenţiali ai diferitelor teorii s-ar putea atunci reprezenta prin astfel de sectoare; lăţimile sectoarelor ar fi diferite, după cum teoriile respective au *mai mulţi* falsificatori potenţiali sau *mai puţini* (lăsăm pentru moment deschisă întrebarea, dacă şi cum pot fi precizate din punct de vedere logic expresiile „mai mulţi" şi „mai puţini" folosite aici). Am mai putea spune că dintre două teorii, cea a cărei clasă de falsificatori potenţiali este „mai mare" oferă mai multe ocazii de a fi infirmată prin experienţă, deci că este „falsificabilă într-un grad mai mare". Asta înseamnă, totodată, că ea *„spune mai mult"* despre „realitatea empirică" decît cealaltă teorie, căci ea exclude o clasă mai mare de enunţuri de bază; clasa enunţurilor permise de ea este, ce-i drept, mai mică, însă despre acestea teoria nu afirmă nimic. S-ar putea spune că are loc o creştere a conţinutului empiric al unei teorii odată cu creşterea gradului ei de falsificabilitate. (Cf. paragraful 55.)

Să ne imaginăm acum că sectorul interzis de o teorie se lărgeşte din ce în ce mai mult, pînă ce nu mai rămîne decît un sector permis foarte îngust (un astfel de sector trebuie să existe pentru ca teoria să fie necontradictorie). O astfel de teorie ar fi, în mod evident, foarte uşor falsificabilă; ea lasă realităţii

empirice doar un domeniu foarte restrîns, deoarece interzice *aproape* toate evenimentele imaginabile (logic posibile). Ea afirmă, despre lumea experienţei aşa de mult, conţinutul ei empiric este aşa de mare, încît are practic puţine şanse de a scăpa de o falsificare.

Or, scopul descrierii teoretice a naturii este tocmai acela de a elabora astfel de teorii cît mai uşor falsificabile. Ea încearcă să restrîngă cît mai mult domeniul evenimentelor permise şi, dacă este posibil, pînă într-atît, încît *orice* nouă restrîngere care s-ar efectua să eşueze în confruntarea cu experienţa. Dacă elaborarea unei asemenea teorii ar reuşi, aceasta ar desprinde şi evidenţia „lumea noastră particulară", „lumea experienţei noastre" din multitudinea tuturor realităţilor empirice *posibile din punct de vedere logic*, cu gradul maxim de exactitate ce poate fi atins de o ştiinţă teoretică. „Lumea noastră" ar fi descrisă cu mijloace teoretice: acele şi numai acele evenimente sau clase de evenimente de care ne ciocnim şi pe care le observăm ar fi caracterizate ca permise*[1].

32. *Cum pot fi comparate clase de falsificatori potenţiali?*

Clasele de falsificatori potenţiali sînt clase infinite. Conceptele intuitive „mai mult" sau „mai puţin" care pot fi aplicate fără precauţii deosebite claselor finite nu sînt aplicabile în acelaşi mod claselor infinite.

Nu putem evita această dificultate nici dacă în locul enunţurilor de bază sau al evenimentelor interzise comparăm clasele evenimentelor-tip interzise, cu scopul de a constata care dintre acestea conţine „mai multe" evenimente-tip interzise: căci şi numărul evenimentelor-tip interzise de către o teorie empirică este infinit, deoarece fiecare eveniment-tip interzis, legat prin conjuncţie cu un oarecare alt eveniment-tip, dă un nou eveniment-tip interzis.

Voi lua în considerare trei posibilităţi de a da conceptelor intuitive „mai mult" sau „mai puţin" un sens precis şi în cazul claselor infinite.

(1) Conceptul de *putere* (sau *cardinalitate*). Acesta nu este aplicabil problemei noastre, putîndu-se lesne arăta că clasele falsificatorilor potenţiali au aceeaşi putere (acelaşi număr cardinal) pentru toate teoriile[1].

(2) Conceptul de *dimensiune*. Impresia intuitivă că, într-un sens oarecare, un cub conţine „mai multe" puncte decît, spre exemplu, o dreaptă, poate fi formulată în termeni logici neambigui, utilizînd conceptul de dimensiune din teoria mulţimilor, care deosebeşte mulţimile (clasele) după densitatea relaţiilor de vecinătate dintre elementele lor: mulţimile cu o dimensiune mai mare au relaţii de vecinătate mai dense. Conceptul de dimensiune, comparaţia dintre clase cu o dimensiune mai mare sau mai mică vor

*[1] Despre scopul ştiinţei, vezi anexa *X şi lucrarea mea din HANS ALBERT, *Theorie und Realität*, 1964, (capitolul 1).

[1] TARSKI a demonstrat că în anumite condiţii orice clasă de enunţuri este numărabilă (vezi şi „*Monatshefte f. Mathem. und Physik*", *40*, 1933, p. 100, nota 10). *Conceptul măsurii este inaplicabil din motive similare (anume, că mulţimea tuturor enunţurilor unei limbi este numărabilă).

fi aplicate la problema comparaţiei gradelor de testabilitate. Acest lucru este posibil, deoarece enunţuri de bază pot fi conexate prin conjuncţie, astfel rezultînd noi enunţuri de bază care sînt *„mai complexe"**[1] decît cele iniţiale. „Gradul de complexitate" al enunţurilor de bază (respectiv al evenimentelor-tip) îl vom pune în raport cu conceptul de dimensiune. Ne vom întemeia nu pe complexitatea evenimentelor-tip interzise, ci pe cea a evenimentelor-tip permise, deoarece pentru fiecare teorie există evenimente-tip *oricît de complexe* care sînt interzise; printre enunţurile permise există, dimpotrivă, enunţuri care sînt permise datorită formei lor, anume datorită complexităţii lor prea reduse; pe acestea putem întemeia comparaţia dimensiunilor.

(3) *Relaţia de incluziune între clase.* Dacă toate elementele unei clase α sînt şi elemente ale clasei β, atunci α este o *subclasă* a lui β (în simboluri: $\alpha \subset \beta$). În acest caz, ori toate elementele lui β sînt şi elemente ale lui α — se spune atunci că cele două clase au aceeaşi extensie, că sînt identice —, sau există elemente ale lui β care nu sînt elemente ale lui α, aceste elemente formînd atunci „clasa excedentară" sau „clasa complementară" a lui α în raport cu β şi α este o „subclasă proprie a clasei β". Relaţia de incluziune între clase corespunde foarte bine înţelesului intuitiv al expresiilor „mai mult" şi „mai puţin", însă are inconvenientul că nu putem compara cu ajutorul ei două clase decît atunci cînd una este cuprinsă în alta. Încît, dacă două clase de falsificatori potenţiali se intersectează fără ca una să fie inclusă în alta, sau dacă sînt disjuncte, adică fără elemente comune, atunci gradul de falsificabilitate al unor astfel de teorii nu poate fi comparat cu ajutorul relaţiei de incluziune: ele sînt, în raport cu această relaţie, „incomensurabile".

33. *Compararea gradelor de falsificabilitate cu ajutorul relaţiei de incluziune între clase*

În mod provizoriu — pînă la discutarea comparării dimensiunilor teoriilor — introduc următoarele definiţii*[1]:

(1) Un enunţ x este „falsificabil într-un grad mai înalt" sau „este mai bine testabil" decît un enunţ y (în simboluri: $Fsb(x) > Fsb(y)$), dacă şi numai dacă clasa falsificatorilor potenţiali ai lui x o include pe cea a falsificatorilor potenţiali ai lui y ca *„subclasă proprie"*.

(2) Dacă clasele falsificatorilor potenţiali a două enunţuri x şi y sînt identice, atunci cele două enunţuri au acelaşi grad de falsificabilitate ($Fsb(x) = Fsb(y)$).

---

*[1] Important este să nu confundăm „complex", „complexitate" etc. (vezi şi paragraful 38) cu „complicat"; căci teoriile ale căror posibilităţi de falsificare sînt mai complexe (şi cărora le putem acorda un grad de complexitate mai mare) nu sînt neapărat şi „mai complicate" în sensul diferitelor concepte ale simplităţii care pot fi aplicate teoriilor. Aceste probleme trebuie tratate independent (vezi paragrafele 41—46).

*[1] Vezi paragraful 38 şi anexele I, *VII şi *VIII.

(3) Dacă nici una din clasele falsificatorilor potenţiali a două enunţuri x şi y nu o include pe cealaltă ca pe o subclasă proprie, atunci gradele de falsificabilitate ale celor două enunţuri sînt „incomensurabile" ($Fsb(x)//Fsb(y)$).

Dacă (1) este satisfăcută, atunci există întotdeauna o clasă complementară nevidă. În cazul enunţurilor universale, această clasă trebuie să fie *infinită*. Două teorii [ca enunţuri universale] nu se pot deosebi deci prin aceea că una interzice un număr *finit* de evenimente individuale pe care cealaltă teorie le permite.

Clasele falsificatorilor potenţiali ale tuturor tautologiilor şi enunţurilor „metafizice" sînt *vide* şi de aceea trebuie considerate, conform cu (2), ca identice, deoarece clasele vide sînt subclase ale tuturor claselor, deci şi ale claselor vide şi sînt, prin urmare, identice între ele (de aceea se spune că există *o singură* clasă vidă). Dacă notăm un enunţ empiric cu e, iar cu t, respectiv m o tautologie, respectiv un enunţ metafizic (de exemplu un enunţ pur existenţial), atunci avem $Fsb(t)=Fsb(m)$ şi $Fsb(e)>Fsb(t)$ ş.a.m.d. Considerăm gradul de falsificabilitate al enunţurilor tautologice şi metafizice ca fiind zero, în simboluri: $Fsb(t)=Fsb(m)=0$. iar $Fsb(e)>0$.

Un enunţ contradictoriu (să-l notăm cu c) are drept falsificatori potenţiali clasa tuturor enunţurilor de bază logic posibile. Aceasta înseamnă că în privinţa gradului de falsificabilitate, un enunţ contradictoriu este comparabil cu orice enunţ. Avem, deci, $Fsb(c)>Fsb(e)>0$*[2]. Dacă stabilim în mod arbitrar gradul de falsificabilitate al unui enunţ contradictoriu ca fiind $Fsb(c)=$ $=1$, atunci conceptul de enunţ empiric e poate fi definit cu ajutorul condiţiei: $1>Fsb(e)>0$. Conform acestei formule, $Fsb(e)$ cade întotdeauna în intervalul dintre 0 şi 1, exceptînd aceste limite, adică înăuntrul „intervalului deschis" marcat de aceste numere. Prin excluderea contradicţiei şi a tautologiei (ca şi a enunţurilor metafizice) formula exprimă în acelaşi timp condiţia *consistenţei* şi pe aceea a *falsificabilităţii*.

34. *Structura relaţiei de incluziune. Probabilitate logică*

Comparaţia gradelor de falsificabilitate a două enunţuri a fost definită cu ajutorul relaţiei de incluziune între clase şi ca atare va avea toate proprietăţile structurale ale acesteia. Relaţiile de comensurabilitate le discutăm cu ajutorul unei diagrame (fig. 1) în care în stînga sînt reprezentate cîteva relaţii de incluziune între clase, iar în dreapta relaţiile de testabilitate respective. Cifrelor romane din stînga figurii le corespund cifrele arabe din dreapta, astfel încît unui enunţ desemnat printr-o cifră arabă i se asociază clasa desemnată prin cifra romană respectivă, aceasta constituind clasa falsificatorilor lui potenţiali. Săgeţile din diagrama reprezentînd comparaţia gradelor de testabilitate trimit de la enunţuri mai bine testabile sau mai bine falsificabile la enunţuri mai puţin bine testabile. (De aceea ele corespund destul de precis şi săgeţilor de derivabilitate; cf. paragraful 35.)

*[2] Vezi însă şi noua anexă *VII.

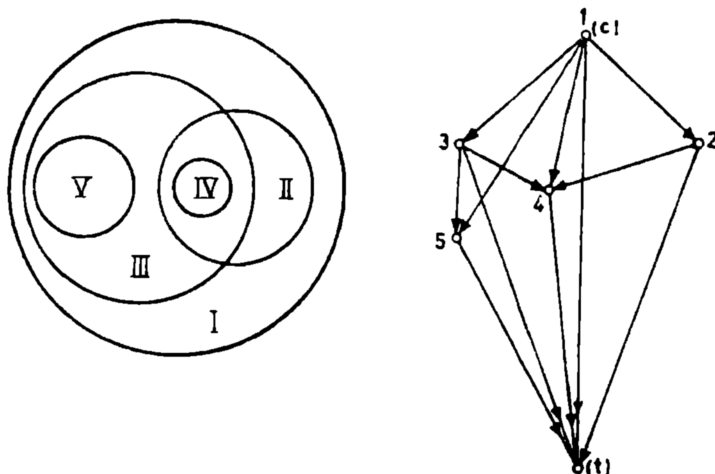


Fig. 1

Din diagramă se vede că pot fi formate diferite şiruri de subclase, cum ar fi şirul I—II—IV sau şirul I—III—V, cărora le poate fi conferită o „densitate" mai mare prin intercalarea în ele de noi clase. Toate aceste şiruri încep în cazul nostru cu I şi sfîrşesc cu clasa vidă, căci aceasta este subclasă a tuturor claselor. (Din acest motiv ea nici nu poate fi reprezentată în stînga diagramei, căci ar trebui, ca să spunem aşa, să apară pretutindeni.) Dacă identificăm clasa I cu clasa tuturor enunţurilor de bază posibile, atunci 1 este contradicţia (*c*), iar 0 care corespunde clasei vide reprezintă tautologia (*t*). De la I la clasa vidă, respectiv de la *c* la *t*, se poate trece pe diferite căi, care, aşa cum reiese şi din dreapta diagramei, se pot uneori încrucişa. De aceea spunem că relaţia are structura unei „latice de şiruri". Apar „noduri" (de exemplu enunţurile 4 şi 5) în care laticea este „parţial conexă". Ea este „total conexă" doar în „clasa universală" şi în clasa vidă, adică în contradicţia *c* şi în tautologia *t*.

Putem oare reprezenta gradele de falsificabilitate ale diferitelor enunţuri pe o „scară", adică să atribuim diferitelor enunţuri, pe temeiul gradului de falsificabilitate, numere? În orice caz nu este posibil să ordonăm în acest fel toate enunţurile*[1], căci aceasta ar însemna să facem în mod arbitrar „co-

*[1] Sînt şi acum de părere că încercarea de a face comparabile toate enunţurile prin introducerea unei matrici trebuie să opereze cu un element arbitrar, extralogic. Acest lucru este evident pentru enunţuri ca „toţi adulţii sînt mai înalţi de jumătate de metru" (sau „toţi adulţii au înălţimea sub 3 m"), deci pentru enunţuri al căror predicat exprimă o proprietate măsurabilă. Căci se poate arăta că metrica conţinutului sau a falsificabilităţii ar trebui să fie o funcţie a metricii predicatului, iar aceasta din urmă trebuie să conţină totdeauna un element arbitrar sau, în orice caz, un element extralogic. Putem desigur construi limbaje artificiale pentru care să stabilim o anumită metrică. Însă măsura care se obţine astfel nu va fi una pur logică, oricît de „evidentă" ar putea să pară ea cît timp sînt admise numai predicate discrete, calitative, de tipul „da-sau-nu" (în opoziţie cu predicatele cantitative, măsurabile). Vezi şi anexa *IX, notele a doua şi a treia.

mensurabile" enunţurile „incomensurabile". În schimb, am putea lesne detaşa *un* şir din latice şi să corelăm enunţurile care aparţin acestui şir cu numere. În acest caz ar trebui să procedăm astfel încît un enunţ aflat mai aproape de contradicţia [*c*] să fie corelat cu un număr mai mare decît un enunţ aflat mai aproape de tautologia [*t*]. Deoarece am corelat tautologia şi contradicţia cu numerele 0 şi 1, înseamnă că enunţurile empirice din şirul ales de noi ar trebui corelate cu *fracţii propriu-zise*.

Nu am nicidecum intenţia să detaşez un astfel de şir. Dealtfel, şi corelarea de numere cu şirul respectiv ar fi complet arbitrară. Posibilitatea unei astfel de corelări prezintă totuşi un mare interes, pentru că aruncă lumină asupra legăturii dintre gradul de falsificabilitate şi *conceptul de probabilitate*. Dacă am putea compara două enunţuri din punct de vedere al gradului lor de falsificabilitate, atunci am putea afirma că enunţul care este mai puţin falsificabil este, graţie formei sale logice, „mai probabil". Această probabilitate o numesc*[2] *„probabilitate logică"*[1]; ea nu trebuie confundată cu „probabilitatea numerică" pe care o întîlnim în teoria jocurilor de noroc şi în statistică. Probabilitatea logică a unui enunţ este *complementară* gradului său de falsificabilitate, adică ea creşte odată cu scăderea gradului de falsificabilitate: gradului de falsificabilitate 0 îi corespunde probabilitatea logică 1 şi invers. Enunţul mai bine testabil este cel „mai improbabil din punct de vedere logic", iar enunţul mai puţin bine testabil este cel „mai probabil din punct de vedere logic".

Apariţia unor probabilităţi *numerice* poate fi legată — aşa cum vom vedea la paragraful 72 — de probabilitatea logică, deci de gradul de falsificabilitate: probabilitatea numerică poate fi interpretată ca un subşir al relaţiei de probabilitate (logică) pentru care se poate defini o *metrică* pe baza estimărilor frecvenţiale.

Consideraţiile expuse privind comparaţia gradelor de falsificabilitate şi structura ei nu sînt valabile doar pentru enunţuri generale (sisteme teoretice), ci pot fi extinse şi asupra enunţurilor singulare; de exemplu asupra unor teorii luate în conjuncţie cu anumite condiţii iniţiale. În acest caz, clasa falsificatorilor potenţiali nu este o clasă de evenimente-tip, adică o clasă de enunţuri de bază omotipe, ci o clasă de evenimente. (Această observaţie prezintă importanţă pentru conexiunea dintre probabilitatea logică şi probabilitatea numerică, la care vom reveni în paragraful 72.)

---

*[2] Folosesc în prezent (din 1938, vezi anexa *II) termenul de „probabilitate logică absolută" în loc de „probabilitate logică", pentru a evidenţia diferenţa ei faţă de „probabilitatea logică relativă" („probabilitatea logică condiţională"). Vezi în acest sens şi anexele *IV şi *VII pînă la *IX.

[1] Noţiunii de *„probabilitate logică"* (testabilitate inversată) îi corespunde noţiunea de „valabilitate" a lui Bolzano, şi anume acolo unde Bolzano o aplică la *comparaţia enunţurilor*: el descrie, de exemplu, enunţurile-premisă dintr-o relaţie de derivabilitate ca propoziţii de „valabilitate mai redusă", iar enunţurile-concluzii ca cele de „valabilitate mai mare" (*Wissenschaftslehre*, 1837, vol. II, § 157, nr. 1). BOLZANO explică relaţia conceptului său de „valabilitate" cu cel de „probabilitate" în *op. cit.*, § 147. Vezi de asemenea KEYNES, *A Treatise on Probability*, 1921, p. 224. Exemplele menţionate acolo arată că comparaţia mea a „probabilităţilor logice" este identică cu „comparaţia probabilităţii pe care o atribuim *a priori* unei generalizări" a lui Keynes. Vezi şi notele 1 la paragraful 36 şi la paragraful 83.

35. „*Conținut empiric*", *relație de implicație, grade de falsificabilitate*

Cum s-a arătat în paragraful 31, „conținutul empiric" al unui enunț crește odată cu gradul său de falsificabilitate: cu cît interzice mai mult, cu atît un enunț spune mai mult despre „lumea empirică" (cf. paragraful 6). Ceea ce numesc aici „conținut empiric" este ceva foarte înrudit, dar nu identic, cu conceptul de „conținut", așa cum l-a definit, de exemplu, Carnap[1]. Pentru o mai bună distincție, îl numesc pe cel din urmă „conținut logic".

Pot defini *conținutul empiric* al unui enunț *p* drept clasa falsificatorilor săi potențiali (cf. paragraful 31). *Conținutul logic* se definește prin relația de derivabilitate, anume ca fiind mulțimea tuturor enunțurilor netautologice derivabile din enunțul respectiv (mulțimea de consecințe). Conținutul logic al lui *p* este deci mai mare sau egal cu cel al lui *q* dacă *q* este deductibil din *p* (în simboluri, $p \rightarrow q$)*[1]. Dacă derivabilitatea este reciprocă ($p \leftrightarrow q$), atunci *p* și *q* au „un conținut egal"[2]. Dacă însă *q* poate fi derivat în mod unilateral din *p*, atunci mulțimea consecințelor lui *q* trebuie să fie o subclasă propriu a mulțimii consecințelor lui *p*; *p* are mulțimea consecințelor mai cuprinzătoare, are un conținut logic mai mare*[2].

Comparația conținuturilor empirice a două enunțuri *p* și *q* am definit-o astfel, încît comparația conținutului logic și a celui empiric concordă atunci cînd enunțurile comparate nu conțin elemente metafizice. De aceea trebuie să cerem ca (a) două enunțuri cu același conținut logic să aibă și același conținut empiric, ca (b) un enunț *p* avînd un conținut logic mai mare decît *q* să aibă și un conținut empiric mai mare sau cel puțin egal, ca (c) atunci cînd conținutul empiric al lui *p* este mai mare decît cel al lui *q*, și conținutul logic să fie mai mare sau, dimpotrivă, incomensurabil. Mențiunea suplimentară la (b) „sau cel puțin egal" trebuie făcută, căci *p* poate fi, de exemplu, o conjuncție a lui *q* cu un enunț pur existențial (sau cu un alt enunț metafizic, căruia trebuie să-i atribuim un conținut logic); în acest caz *p* nu are un conținut empiric mai mare decît *q*. Aceleași motive stau și la baza mențiunii suplimentare de la (c): „sau, dimpotrivă, incomensurabil"*[3].

În comparația testabilității sau în comparația conținutului empiric se va ajunge în general — adică în cazul unor enunțuri pur existențiale — la

---

[1] CARNAP, „*Erkenntnis*", 2, 1932, p. 458.

*[1] „$p \rightarrow q$" înseamnă, conform acestei explicații, că enunțul condițional cu antecedentul *p* și consecința *q* este tautologic, deci logic adevărat. (Cînd am scris acest text, acest punct nu-mi era clar și nici faptul că o afirmație privind derivabilitatea are caracter metalingvistic. Vezi și nota *1 la paragraful 18, mai sus.) Deci, aici „$p \rightarrow q$" se poate citi „*p* implică logic *q*".

[2] CARNAP, în *op. cit.*, spune: „termenul metalogic de «conținut egal» se definește ca «reciproc deductibil»". *Logische Syntax der Sprache*, 1934 și *Die Aufgabe der Wissenschaftslogik*, 1934, de Carnap, nu au mai putut fi luate în considerație.

*[2] Dacă conținutul logic al lui *p* este mai mare decît cel al lui *q*, mai spunem că *p* este mai tare decît *q* din punct de vedere logic, sau că forța sa logică o depășește pe cea a lui *q*.

*[3] Vezi din nou anexa *VII.

aceleaşi rezultate ca şi în comparaţia relaţiei de derivabilitate sau de implicaţie, respectiv în comparaţia conţinutului logic. De aceea voi putea întemeia comparaţia gradelor de falsificabilitate în mare măsură pe relaţia de implicaţie. Ambele relaţii se prezintă ca „latice de şiruri total conexe" în contradicţie şi în tautologie (cf. paragraful 34): căci contradicţia implică, după cum se ştie, orice enunţ şi tautologia este implicată de către orice enunţ. Am putut caracteriza enunţurile „empirice" ca fiind cele ale căror *grade de falsificabilitate* sînt cuprinse în intervalul deschis dintre contradicţie şi tautologie. În mod asemănător putem afirma că enunţurile *sintetice* (inclusiv cele neempirice) constituie, în baza *relaţiei de implicaţie*, elemente ale intervalului deschis dintre contradicţie şi tautologie. Tezei pozitiviste, conform căreia toate enunţurile neempirice („metafizice") sînt *„lipsite de sens"* i-ar corespunde, prin urmare, teza că distincţia mea între enunţuri „empirice" şi enunţuri „sintetice", respectiv între un conţinut empiric şi logic, este inutilă; căci toate enunţurile sintetice ar trebui atunci să fie empirice, dacă nu sînt pseudoenunţuri. Introducerea (desigur posibilă) a unei astfel de terminologii este, după părerea mea, de natură să complice mai degrabă lucrurile, decît să contribuie la clarificarea lor logică.

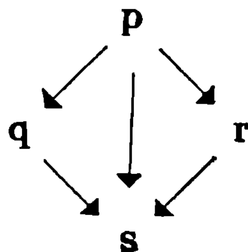
Considerînd comparaţia conţinuturilor empirice a două enunţuri ca fiind identică cu comparaţia gradelor lor de falsificabilitate, cerinţa metodologică a testabilităţii cît mai severe a teoriilor (vezi „regulile anticonvenţionaliste" din paragraful 20) apare echivalentă cu cerinţa de a prefera teorii cu un conţinut empiric cît mai mare.

36. *Niveluri de universalitate şi grade de precizie*

Există şi alte cerinţe metodologice care pot fi reduse la cerinţa unui conţinut empiric cît mai ridicat; în special cerinţa unei *universalităţi* cît mai mari a teoriilor ştiinţei empirice şi cea a unei maxime *precizii* sau *exactităţi*.

În sensul celor de mai sus să examinăm următoarele legi:

p: Toate corpurile cereşti care se rotesc pe orbite închise se rotesc pe orbite circulare, sau pe scurt: Toate *orbitele corpurilor cereşti* sînt *cercuri*.
q: Toate *orbitele planetelor* sînt *cercuri*.
r: Toate *orbitele corpurilor cereşti* sînt *elipse*.
s: Toate *orbitele planetelor* sînt *elipse*.



Relaţiile de derivabilitate dintre aceste patru enunţuri sînt reprezentate în schema noastră prin săgeţi; din *p* decurg toate celelalte; din *q* decurge numai *s* şi identic din *r*; *s* decurge din toate celelalte.

Mergînd de la *p* la *q*, *gradul de universalitate* scade; *q* spune mai puţin decît *p*, deoarece orbitele planetelor constituie o subclasă proprie a orbitelor corpurilor cereşti; prin urmare *p* este mai „uşor" falsificabil decît *q*: dacă *q* este falsificat, este şi *p*, însă *nu şi invers*. De la *p* la *r* scade *gradul de pre-*

cizie al „predicației", cercurile constituie o subclasă proprie a elipselor: dacă r este falsificat, atunci este și p, însă *nu și invers*. Aceleași observații sînt valabile și pentru celelalte treceri: de la p la s scad atît gradul de universalitate, cît și cel al preciziei, de la q la s scade precizia, iar de la r la s universalitatea. Unui grad de universalitate și de precizie mai mare îi corespunde, prin urmare, un conținut (logic sau) empiric mai ridicat și deci un grad de testabilitate mai mare.

Deoarece atît enunțurile universale, cît și cele singulare pot fi scrise sub forma unei „implicații generale", putem preciza fără dificultate comparația universalității și preciziei a două enunțuri.

O „implicație generală" (cf. nota 6 din paragraful 14) are forma (x) $(\varphi x \rightarrow fx)$ sau în cuvinte: toate valorile lui x care satisfac „funcția propozițională" φx satisfac și funcțiile propoziționale fx. Exemplu: (x) (x este o orbită planetară, $\rightarrow x$ este o elipsă). Despre două enunțuri p și q scrise în această „formulă normală", vom spune că p are o *universalitate mai mare* decît q, dacă funcția propozițională care formează antecedentul lui p (și pe care o putem nota cu „$\varphi_p x$") este implicată tautologic și unilateral de către funcția propozițională care formează antecedentul lui q (și care poate fi notată cu „$\varphi_p x$"); adică, dacă (x) $(\varphi_q x \rightarrow \varphi_p x)$ este tautologie; invers, vom putea spune că p prezintă o *precizie mai mare* decît q cînd $(x)(f_q x \rightarrow f_p x)$ este tautologic, deci cînd predicația lui p este mai restrînsă decît cea a lui q, adică o implică pe aceasta*1.

Din această definiție (ce poate fi extinsă la funcții propoziționale cu mai mult de o variabilă) decurg prin transformări logice elementare relațiile de derivabilitate menționate de noi care pot fi exprimate prin următoarea *regulă*[1]: Din două enunțuri ale căror grade de universalitate *și* precizie sînt comparabile, enunțul mai puțin universal și mai puțin precis poate fi derivat din cel cu un grad de universalitate sau precizie mai mare, exceptînd cazul (vezi enunțurile q și r din exemplul nostru), cînd *unul* este mai universal, iar *celălalt* mai precis[2].

Putem spune că cerința metodologică (interpretată cîteodată metafizic ca principiu al cauzalității) de a nu lăsa nimic neexplicat — adică de a încerca întotdeauna derivarea unor enunțuri din enunțuri cu universalitate superioară — este o consecință a cerinței unor teorii cu un grad cît mai mare

---

*1 De remarcat că săgeata exprimă în acest paragraf (spre deosebire de paragrafele 18 și 35) o relație condițională și nu una de implicație logică; cf. și nota *1 de la paragraful 18.

[1] Putem scrie:
$[(\varphi_q x \rightarrow \varphi_p x)\cdot(f_p x \rightarrow f_q x)] \rightarrow [(\varphi_p x \rightarrow f_p x) \rightarrow (\varphi_q x \rightarrow f_q x)]$ sau, mai scurt: $[(\varphi_q \rightarrow \varphi_p)\cdot(f_p \rightarrow f_q)] \rightarrow (p \rightarrow q)$. *Caracterul elementar al acestei formule, ce a fost menționat în text, apare foarte evident dacă scriem: „$[(a \rightarrow b)\cdot(c \rightarrow d)] \rightarrow [(b \rightarrow c) \rightarrow (a \rightarrow d)]$". În concordanță cu textul vom putea scrie „p" în loc de „$b \rightarrow c$" și „q" în loc de „$a \rightarrow d$" etc.

[2] Ceea ce numesc eu „universalitate mai mare" corespunde în linii mari cu ceea ce logica clasică ar putea numi „*extensiune mai mare a noțiunii de subiect*", iar ceea ce eu numesc „precizie mai mare" ar corespunde unei „*extensiuni mai mici, unei restrîngeri a noțiunii de predicat*". Regula discutată mai sus privind relațiile de derivabilitate poate fi considerată, deci, ca o precizare și unificare a clasicului *dictum de omni et nullo* și a principiului *nota-notae*, „principiul fundamental al predicației mijlocite". Cf. BOLZANO, *Wissenschaftslehre*, II, 1837, § 263, nr. 1 și 4; KÜLPE, *Vorlesungen über Logik*, ed. de Selz, 1923, § 34, 5 și 7.

de universalitate şi precizie şi poate fi redusă la necesitatea unei testabilităţi cît mai severe cu putinţă*2.

37. *Domenii logice. Observaţii privind teoria măsurării*

Dacă *p* este „mai uşor" de falsificat decît *q* din cauza gradului său mai ridicat de universalitate sau precizie, atunci clasa enunţurilor de bază permise de *p* este o subclasă reală a enunţurilor de bază permise de *q*. Relaţiile de incluziune dintre clasele de *enunţuri permise* sînt *converse* (sau complementare) relaţiilor de incluziune dintre clasele de enunţuri interzise (adică de falsificatori potenţiali). Clasa enunţurilor de bază permise o putem numi *domeniul*[1] enunţului, adică „spaţiul de joc" sau „gradul de libertate" pe care un enunţ îl acordă realităţii. Domeniul şi conţinutul empiric (cf. paragraful 35) sînt concepte *converse* (sau complementare). În consecinţă, domeniile a două enunţuri se comportă ca *probabilităţile logice* ale acestor enunţuri (cf. paragrafele 34, 72).

Am introdus conceptul de domeniu, deoarece acesta ne poate ajuta în tratarea anumitor probleme legate de gradul de precizie în măsurare. Dacă consecinţele a două teorii diferă în toate domeniile lor aşa de puţin încît diferenţele între evenimentele observabile calculate sînt mai mici decît limitele de precizie a măsurării în domeniul respectiv, nu este posibil să decidem empiric între ele fără a îmbunătăţi tehnica noastră de măsurare*1. Fiecare tehnică de măsurare determină, deci, un anumit domeniu în cadrul căruia variaţiile observaţiilor sînt permise de către teorie.

Din necesitatea metodologică a unei testabilităţi cît mai severe a teoriilor (cerinţa unui domeniu cît mai restrîns) rezultă cerinţa unei precizii cît mai mari a măsurătorii.

Se spune adesea că toate măsurătorile se bazează pe determinarea unor coincidenţe de puncte. Această afirmaţie este însă corectă numai în anumite limite. Căci „coincidenţă de puncte" în sens restrîns nici nu există*2; două „puncte" fizice — de exemplu un punct de pe o riglă de măsurare şi unul de pe un corp ce urmează a fi măsurat — pot fi doar apropiate, dar nu pot nicidecum să coincidă, adică să se suprapună într-*un* punct. Pe cît de neesenţială ar putea fi această observaţie pentru alte probleme, pe atît de importantă este ea pentru problema preciziei în măsurare. De aceea vom descrie

*2 Vezi acum şi paragraful *15, precum şi capitolul *IV din *Postscriptum*, în special paragraful *76, textul referitor la nota 5.

[1] Conceptul de domeniu (*Spielraum*) a fost introdus de von Kries (1886); consideraţii similare apar deja la Bolzano. WAISMANN („*Erkenntnis*", *1*, 1930, p. 228 şi urm.) încearcă să lege teoria domeniului de teoria frecvenţelor; vezi şi paragraful 72.

*1 Această problemă, cred eu, a fost greşit interpretată de către DUHEM. Cf. lucrarea sa *Aim and Structure of Physical Theory*, p. 137 şi urm.

*2 De remarcat că aici vorbesc de măsurare şi nu de numărare. (Deosebirea dintre aceste două activităţi este strîns legată de cea dintre numerele reale şi numerele raţionale.)

măsurătoarea mai întîi în felul următor: Constatăm că punctul corpului de măsurat se situează *între* două gradaţii ale riglei, sau că acul aparatului de măsură este situat *între* două gradaţii ale scalei. Putem considera, de exemplu, anumite gradaţii fizice ca fiind cele două limite ale erorii, sau putem încerca să obţinem rezultate mai precise prin estimarea intervalului, considerînd acul aparatului ca fiind situat între două gradaţii imaginare. Rămîne însă întotdeauna un interval, un domeniu. Dealtfel, în cazul efectuării unor măsurători, fizicienii obişnuiesc să indice un interval. (De exemplu, urmîndu-l pe Millikan, pentru sarcina electrică elementară, ei indică $e=4{,}774 \cdot 10^{-10}$, adăugînd un domeniu, un interval de imprecizie de $\pm 0{,}005 \cdot 10^{-10}$). Aici apare însă o problemă: ce avantaj poate oferi, vorbind intuitiv, înlocuirea *unei* gradaţii pe o scală prin *două* gradaţii — care constituie marginile intervalului —, din moment ce pentru aceste margini apare din nou întrebarea, dacă ele trebuie trasate *exact* în acest loc?

Evident că indicarea marginilor intervalului este numai atunci utilă, cînd cele două margini ale intervalului pot fi determinate cu o precizie mult mai mare, deci cînd ele aparţin unui interval *mai mic* cu cîteva ordini de mărime decît valoarea iniţială de măsurat. Cu alte cuvinte, marginile intervalului nu constituie margini net trasate, ci sînt şi ele intervale foarte mici (pentru ale căror margini sînt valabile consideraţii corespunzătoare). Astfel ajungem la ceea ce putem numi margini imprecise sau *margini de condensare* ale intervalului.

Aceste consideraţii nu presupun teoria matematică a erorilor (şi nici teoria probabilităţilor). Dimpotrivă, avînd rolul de a clarifica conceptul de măsurare a intervalului, ele constituie premise pentru posibilitatea noastră de a opera, de exemplu, cu statisticile de erori. Căci dacă măsurăm o mărime de mai multe ori, obţinem valori care sînt distribuite cu densităţi diferite într-un interval determinat, şi anume în intervalul de precizie dependent de respectiva tehnică de măsurare. Numai dacă ştim ce căutăm — şi anume marginile de condensare ale acestui interval — putem interpreta statistica erorilor şi extrage de aici marginile intervalului căutate de noi*3.

Acest fapt aruncă, cred eu, o lumină asupra superiorităţii metodelor care folosesc măsurarea faţă de cele pur calitative. Este adevărat că şi în cazul unor estimări calitative (cum ar fi estimarea înălţimii unui sunet prin folosirea unui instrument muzical) se poate indica cîteodată un interval al preciziei măsurătorii; însă o astfel de indicaţie (dacă nu avem la dispoziţie măsurători) nu poate să aibă decît un caracter foarte vag, deoarece în acest caz nu putem aplica conceptul de margine de condensare. Acest concept este aplicabil numai în cazurile în care putem vorbi despre ordini de mărime, deci numai acolo unde este definită o metrică. Voi mai folosi conceptul de margine de condensare a intervalului de măsurat în cadrul teoriei probabilităţii (paragraful 68).

---

*3 Aceste consideraţii sînt strîns legate de rezultatele discutate la punctul 8 şi urm. din „nota a treia" retipărită în anexa *IX şi sînt totodată confirmate de aceste rezultate. Vezi şi paragraful *15 din *Postscriptum*, în care e tratată importanţa măsurării pentru „profunzimea" teoriilor.

38. *Compararea gradelor de testabilitate în funcție de dimensiuni*

Compararea gradelor de testabilitate a teoriilor cu ajutorul relației de incluziune între clase, discutată pînă acum, permite în unele cazuri să estimăm diverse teorii. Astfel, putem constata acum că principiul excluziunii al lui Pauli, menționat ca exemplu în paragraful 20, se dovedește a fi, conform analizei noastre, o ipoteză auxiliară satisfăcătoare; acesta este un enunț auxiliar care sporește precizia vechii teorii cuantice și astfel și gradul ei de testabilitate (asemănător cu enunțul corespunzător din noua teorie cuantică conform căruia stările antisimetrice sînt produse de electroni, iar cele simetrice de particule neîncărcate și de unele cu sarcină multiplă).

Pentru multe scopuri însă comparația cu ajutorul relației de incluziune se dovedește a fi insuficientă. Astfel, Frank[1] a evidențiat faptul că enunțuri cu un înalt grad de universalitate — cum ar fi principiul conservării energiei în formularea lui Planck — tind să devină tautologice, să-și piardă conținutul empiric, dacă nu se pot indica condițiile inițiale „... prin *cîteva* măsurători,... printr-un... *mic* număr de *mărimi de stare*". Problema *numărului mărimilor de stare ce urmează a fi substituite* nu poate fi elucidată cu ajutorul comparației bazată pe relația de incluziune, deși este, în mod evident, strîns legată de gradul de testabilitate sau de falsificabilitate. Cu cît trebuie să substituim mai puține mărimi de stare în calitate de condiții inițiale, cu atît mai puțin complexe[*1] vor fi enunțurile de bază care sînt suficiente pentru falsificarea teoriei, căci un enunț de bază falsificator este format dintr-o conjuncție a condițiilor inițiale cu negația predicției derivate (cf. paragraful 28). Dacă reușim deci să comparăm enunțurile de bază ținînd seama de faptul dacă ele sînt conjuncții din mai multe sau mai puține enunțuri de bază simple, așadar, dacă sînt mai mult sau mai puțin complexe, atunci vom reuși să comparăm și teoriile, din punctul de vedere al gradului minim de complexitate pe care trebuie să-l aibă enunțurile de bază capabile să falsifice aceste teorii: toate enunțurile de bază mai puțin complexe, indiferent de conținutul lor, ar fi permise de teorie deja datorită gradului lor redus de complexitate.

O încercare de acest fel întîmpină însă greutăți. În general nu este ușor să spui, prin simplă inspecție, dacă un enunț este complex, adică echivalent cu o conjuncție de enunțuri mai simple, deoarece în toate enunțurile apar termeni universali, și descompunîndu-i pe aceștia, se pot descompune și enunțurile. (De exemplu, enunțul: „În locul *k* se află un pahar cu apă" poate fi descompus în perechea de enunțuri: „În locul *k* se află un pahar cu un lichid în el" și „în locul *k* este apă".) Și deoarece se pot defini mereu noi termeni universali, este imposibil a se indica o limită pentru o astfel de descompunere.

---

[1] Vezi FRANK, *Das Kausalgesetz und seine Grenzen*, 1931, de exemplu p. 24.
[*1] Pentru expresia „complex" vezi nota *1 din paragraful 32.

Pentru a putea face comparabile gradele de complexitate ale tuturor enunțurilor, s-ar putea propune alegerea unei anumite clase de enunțuri care să fie considerate „enunțuri elementare" sau „enunțuri atomare"[2], și din care, prin intermediul conjuncției (și al altor operații), să fie obținute toate celelalte enunțuri. Un astfel de procedeu ar duce la definirea unui „zero absolut" al complexității, iar complexitatea oricărui enunț ar putea fi exprimată așa-zicînd prin grade absolute de complexitate*[2]. Însă din considerentele mai sus menționate, un astfel de procedeu trebuie considerat ca foarte inadecvat, deoarece ar impune serioase restricții în folosirea limbajului științific*[3].

Este totuși posibil să se compare complexitatea enunțurilor de bază cît și cea a altor enunțuri, și anume prin alegerea arbitrară a unei clase de enunțuri *relativ atomare* pe care să o considerăm ca bază pentru evaluarea complexității. O astfel de clasă de enunțuri relativ atomare poate fi definită printr-o *schemă generatoare* (de exemplu: „în locul... se află un aparat de măsurare ..., al cărui indicator este situat între gradațiile... și..."). Toate enunțurile obținute conform acestei scheme punînd în spațiile libere valori determinate, le putem defini ca fiind relativ atomare, respectiv egal de complexe, iar clasa acestor enunțuri, cît și cea a tuturor conjuncțiilor ce pot fi formate pe baza lor o vom numi *cîmp*. Un enunț format din *conjuncția* a n enunțuri diferite relativ atomare ale unui cîmp îl numim un „n-uplu al cîmpului" și spunem că gradul său de complexitate este n.

Dacă pentru o teorie t există un cîmp de enunțuri singulare (dar nu neapărat enunțuri de bază), astfel încît t să nu poată fi falsificată de nici un d-uplu al cîmpului, dar poate fi falsificată de anumiți $d+1$-upli, numim *d numărul caracteristic* al teoriei în raport cu cîmpul respectiv. Toate enunțurile cîmpului al căror grad de complexitate este mai mic sau egal cu d sînt compatibile cu teoria și permise de aceasta, independent de conținutul lor.

Putem așeza acum compararea gradelor de testabilitate ale teoriilor pe acest număr caracteristic d. Pentru evitarea unor contradicții care ar apărea în cazul folosirii unor cîmpuri diferite, este însă necesar să punem la baza comparării gradelor de testabilitate un concept puțin mai îngust decît cel al

---

[2] „Propoziții elementare" la WITTGENSTEIN, *Tractatus Logico-Philosophicus*, propoziția 5: „Propoziția este o funcție de adevăr a propozițiilor elementare". „Atomic propositions" (în opoziție cu „molecular propositions" care sînt complexe) la RUSSELL și WHITEHEAD, *Principia Mathematica*, vol. I, Introducere la ediția a 2-a, 1925, p. XV și urm.

*[2] Gradele absolute de complexitate ar determina, desigur, gradele absolute ale conținutului și, prin urmare, pe cele ale improbabilității logice absolute. Programul menționat aici (schițat anterior, de exemplu, de Wittgenstein), care prevede introducerea improbabilității și deci a probabilității prin desemnarea unei clase de propoziții absolut atomare, a fost realizat recent de CARNAP în *Logical Foundations of Probability*, 1950, și anume în scopul construirii unei teorii a inducției. Vezi și observațiile referitoare la limbaje-model în prefața mea la ediția engleză din 1959, unde menționez pe scurt că al treilea limbaj-model (sistemul de limbaj elaborat de Carnap) nu admite proprietăți măsurabile. (În forma sa actuală el nu admite nici introducerea unei ordini temporale sau spațiale.)

*[3] Expresia „limbajul științific" a fost folosită aici într-un mod pur naiv și ea nu trebuie interpretată în accepțiunea specială de „sistem lingvistic" care i se dă în prezent. Dimpotrivă, am susținut teza că nu trebuie să uităm că oamenii de știință nu pot folosi un „sistem lingvistic", ei trebuind să-și modifice limbajul în permanență și odată cu fiecare pas nou pe care-l fac. „Materie" și „atom" după Rutherford și „materie" și „atom" după Einstein au accepțiuni diferite decît au avut înainte: semnificațiile acestor noțiuni sînt în funcție de *teorie* care se află în necontenită schimbare.

cîmpului, anume conceptul de *cîmp de aplicare al teoriei t*. Dată fiind o teorie *t*, spunem despre un cîmp că este un *cîmp de aplicare* al teoriei *t* dacă există un număr caracteristic *d* al teoriei *t* în raport cu acest cîmp și dacă sînt îndeplinite totodată anumite alte condiții menționate în anexa I.

Numărul caracteristic *d* pe care-l are o teorie *t* în raport cu un *cîmp de aplicare* îl numim și *dimensiunea* lui *t* în raport cu acest cîmp de aplicare. Se recomandă folosirea expresiei de dimensiune, deoarece toți *n*-uplii în general posibili ai cîmpului pot fi gîndiți ca localizați spațial (într-o configurație spațială de dimensiuni infinite). Dacă de exemplu $d=3$, enunțurile *permise* datorită gradului lor insuficient de complexitate formează un subspațiu tridimensional al acestei configurații. Trecerea de la $d=3$ la $d=2$ corespunde trecerii de la un corp la o suprafață. Cu cît este mai mică dimensiunea *d*, cu atît mai strict restrînsă este clasa acelor enunțuri permise care, independent de conținutul lor, nu pot contrazice teoria, datorită gradului lor redus de complexitate; și cu atît mai mare este gradul de falsificabilitate al teoriei.

Deși nu am limitat conceptul de cîmp de aplicare la enunțurile de bază, ci am admis enunțuri singulare oarecare, compararea dimensiunilor face totuși posibilă o evaluare corespunzătoare a complexității enunțurilor de bază (eu presupun că unor enunțuri singulare mai complexe le vor corespunde și enunțuri de bază cu o complexitate mai mare). Putem deci presupune că unei teorii cu dimensiuni superioare îi corespunde și o clasă de dimensiuni superioare de enunțuri de bază care sînt permise independent de conținutul lor.

Aceasta ne dă posibilitatea să răspundem și la întrebarea, în ce raport se află cele două metode de comparare a gradului de testabilitate, una utilizînd dimensiunea unei teorii și cealaltă relația de incluziune. Vor exista cazuri în care nici una din aceste metode de comparare nu va fi aplicabilă, sau va fi aplicabilă cel mult una; în aceste cazuri cele două metode nu vor putea intra în conflict. Dacă însă într-un caz sînt aplicabile ambele metode, s-ar putea întîmpla ca două teorii, deși avînd aceeași dimensiune, să prezinte totuși grade de falsificabilitate diferite, dacă acestea sînt evaluate cu ajutorul metodei bazată pe relația de incluziune. În astfel de cazuri trebuie să aibă întîietate aceasta din urmă, căci ea se dovedește mai sensibilă. În toate celelalte cazuri în care sînt aplicabile ambele metode, acestea trebuie să conducă la același rezultat; se poate arăta cu ajutorul unei teoreme simple a teoriei dimensiunii[3] că dimensiunea unei clase trebuie să fie mai mare decît sau egală cu cea a subclaselor sale.

39. *Dimensiunea unei clase de curbe*

În anumite condiții putem identifica *cîmpul de aplicare* al unei teorii cu *cîmpul unei reprezentări grafice* a acestei teorii, astfel încît fiecărui punct al

[3] Vezi MENGER, *Dimensionstheorie*, 1928, p. 81. Desigur, deocamdată rămîn dator cu demonstrarea faptului că o aplicare nelimitată a acestui enunț la problema noastră este admisibilă. *Se poate presupune că condițiile de validitate ale acestei teoreme sînt întotdeauna îndeplinite de „spațiile“ cu care am avut de-a face aici.

cîmpului din reprezentarea grafică să-i corespundă un enunţ relativ atomar. Dimensiunea unei teorii în raport cu acest cîmp (definit în anexa I) este atunci identică cu dimensiunea clasei de curbe care corespunde teoriei.

Examinez aceste relaţii cu ajutorul celor două enunţuri universale *q* şi *s* din paragraful 36. (Căci cu ajutorul comparării dimensiunilor putem să determinăm numai deosebirile în ceea ce priveşte predicaţia.) Ipoteza *q*, că toate orbitele planetare sînt circulare, este tridimensională; ea poate fi falsificată doar cu ajutorul celui de-al patrulea enunţ singular din cîmpul respectiv, corespunzînd celui de-al patrulea punct din reprezentarea grafică. Ipoteza *s*, că toate orbitele planetare sînt elipse, are cinci dimensiuni, ea putînd fi falsificată doar de cel de-al şaselea enunţ singular, respectiv de al şaselea punct din reprezentarea grafică. Am văzut deja în paragraful 36 că *q* este mai uşor falsificabil decît *s*; deoarece toate cercurile sînt elipse, putem construi comparaţia pe metoda de incluziune. Compararea dimensiunilor ne permite însă şi efectuarea altor comparaţii; de exemplu: comparaţia dintre o ipoteză circulară şi una parabolică (cvadridimensională). Prin cuvintele: „cerc", „elipsă", „parabolă", este desemnat în fiecare caz un ansamblu sau o *clasă de curbe*; această clasă are dimensiunea *d*, dacă sînt necesare *d* puncte pentru distingerea sau caracterizarea unui element al clasei. Dimensiunea clasei de curbe se exprimă în reprezentarea sa algebrică prin numărul *parametrilor* a căror valoare o putem alege. Putem deci afirma că numărul parametrilor variabili dintr-o clasă de curbe este caracteristic pentru gradul de falsificabilitate al acelei teorii.

În continuarea exemplului meu cu enunţurile *q* şi *s*, doresc să fac unele observaţii metodologice în legătură cu descoperirea de către Kepler a legilor sale*[1].

Nu doresc să sugerez că la baza credinţei în perfecţiune — principiul euristic care l-a condus pe Kepler la descoperirile sale — au stat, în mod conştient sau inconştient, consideraţii metodologice privind gradele de falsificabilitate. Cred însă că succesul lui Kepler se datoreşte în parte şi faptului că ipoteza de la care a pornit [ipoteza circulară] a fost relativ uşor falsificabilă. Dacă Kepler ar fi pornit de la o ipoteză mai puţin uşor testabilă, datorită formei sale logice, decît cea circulară, probabil că nu ar fi ajuns la nici un rezultat ţinînd seama şi de dificultatea calculelor a căror bază era la început „în aer"; rezultatul evident *negativ* la care a ajuns Kepler prin calcule, falsificarea propriei sale ipoteze circulare, a constituit primul său succes real. Metoda sa s-a dovedit astfel a fi suficient de utilă, pentru ca el să-şi continue cercetările, cu atît mai mult cu cît deja prima sa încercare i-a oferit anumite aproximaţii.

Desigur că legile lui Kepler s-ar fi putut descoperi şi pe altă cale; eu însă nu consider ca un simplu accident faptul că tocmai această cale a condus la succes. Ea corespunde *metodei selecţiei* care este aplicabilă numai cînd teo-

---

*[1] Punctele de vedere dezvoltate aici au fost preluate, cu trimiterea corespunzătoare la cartea mea, de către W. C. KNEALE, *Probability and Induction*, 1949, p. 230 şi J. G. KEMENY, *The Use of Simplicity in Induction*, în „*Philosophical Review*", *57*, 1953; vezi nota sa de la p. 404.

ria este suficient de falsificabilă, suficient de *precisă*, pentru a putea fi infirmată de experienţă.

40. *Restrîngerea „formală" şi „materială" a dimensiunii unei clase de curbe*

Există diferite clase de curbe de dimensiune egală. Clasa cercurilor, de exemplu, este tridimensională; dacă se pune însă condiţia ca ele să treacă printr-*un* punct dat, obţinem o clasă bidimensională, dacă vrem ca cercurile să treacă prin *două* puncte date, obţinem o clasă unidimensională ş.a.m.d.; fiecare indicare a *unui* punct al curbei reduce dimensiunea cu 1.

Numărul dimensiunilor mai poate fi diminuat şi prin alte metode, decît cea a sporirii numărului de puncte date; astfel clasa elipselor cu raportul dintre axe dat (ca şi cea a parabolelor) este cvadridimensională, şi tot cvadridimensională este şi clasa elipselor a căror excentricitate este exprimată printr-un număr dat ş.a.m.d. Şi trecerea de la elipsă la cerc nu este nimic altceva decît indicarea unei anumite excentricităţi (a excentricităţii 0) sau a unui anumit raport dintre axe (a raportului dintre axe 1).

Clasa[1] de dimensiune zero	Clasa de dimensiune unu	Clasa de dimensiune doi	Clasa de dimensiune trei	Clasa de dimensiune patru
—	—	dreaptă	cerc	parabolă
—	dreaptă printr-un punct dat	cerc printr-un punct dat	parabolă printr-un punct dat	conică printr-un punct dat
dreaptă prin 2 puncte date	cerc prin 2 puncte date	parabolă prin 2 puncte date	conică prin 2 puncte date	—
cerc prin 3 puncte date	parabolă prin 3 puncte date	conică prin 3 puncte date	—	—

Se pune acum întrebarea: sînt toate aceste metode de diminuare a dimensiunii echivalente sau este oportun ca, pentru evaluarea gradului de falsificabilitate al teoriilor, să investigăm diferite metode de diminuare? Este evident că, de exemplu, în multe cazuri indicarea de *puncte* sau a unor mici domenii va corespunde indicării unui enunţ *singular*, adică unei condiţii iniţiale. Dimpotrivă, trecerea de la elipsă la cerc corespunde evident unei restrîngeri a dimensiunii *teoriei înseşi*. Cum pot fi însă delimitate reciproc aces-

[1] Desigur că am putea începe şi cu clasa vidă (supradeterminată) de dimensiune —1.

le două metode de restrîngere a dimensiunii? Putem numi *„restrîngere materială“* metoda de restrîngere a dimensiunii care *nu* operează cu condiţii referitoare la „forma“ sau „configuraţia curbei“, adică reducţia realizată prin indicarea de *puncte* (sau alte specificări echivalente), iar *„restrîngere formală“*, cealaltă metodă de reducţie a dimensiunii care comportă o schimbare a „formei“ curbei, cum ar fi, de exemplu, tranziţia de la elipsă la cerc, sau de la cerc la o dreaptă.

Oricum, nu este uşor să se facă această distincţie foarte exact, cum se vede şi din următorul caz: restrîngerea dimensiunii unei teorii înseamnă, în termeni algebrici, înlocuirea unui parametru printr-o constantă; noi însă nu ştim cum să facem distincţia dintre diferitele metode de înlocuire a unui parametru printr-o constantă. Trecerea (formală) de la o ecuaţie generală a elipsei la ecuaţia cercului o putem realiza, dînd unui parametru valoarea 0, iar unui alt parametru valoarea 1. Dacă însă un alt parametru (termenul absolut) este specificat ca fiind 0, aceasta înseamnă o determinare materială, anume indicarea unui punct al elipsei. Această distincţie este totuşi posibilă, ca fiind dependentă de problema termenilor universali: restrîngerea materială introduce în definiţia clasei de curbe un termen individual, iar restrîngerea formală introduce unul universal.

Să ne imaginăm că ne este dată o anumită suprafaţă plană individuală, de pildă prin „definiţie ostensivă“. Clasa elipselor situate în acest plan poate fi definită prin ecuaţia generală a elipsei, iar clasa cercurilor, prin ecuaţia generală a cercului. Aceste definiţii sint *independente de situarea sistemului de coordonate (carteziene)* la care ele se raportează, sînt deci independente de alegerea originii şi a orientării lor.

Un sistem de coordonate specific poate fi determinat numai prin nume individuale, să zicem prin indicarea ostensivă a originii şi orientării sale. Deoarece definiţia clasei elipselor (respectiv a cercurilor) este aceeaşi pentru toate sistemele de coordonate carteziene, ea este independentă de specificarea acestor nume individuale; ea este *invariantă* faţă de toate transformările de coordonate ale grupului euclidian (transformări de deplasare şi similitudine).

Dacă, pe de altă parte, vrem să definim o clasă de elipse (sau de cercuri) care au comun un punct *individual* determinat al planului, trebuie să operăm cu o definiţie care *nu este invariantă* faţă de transformările grupului euclidian, ci se referă la un sistem de coordonate particular, specificat în mod individual sau ostensiv. Ea va fi legată, astfel, de nume individuale[2].

Transformările pot fi ierarhizate. O definiţie care este invariantă faţă de un grup general de transformări este totodată invariantă şi faţă de transformările mai particulare. Fiecărei definiţii a unei clase de curbe îi este, de aceea, caracteristic un grup de transformări — cel mai general. Acum putem spune: definiţia D_1 a unei clase de curbe este numită „la fel de generală“ (respectiv „mai generală“) ca definiţia D_2 a altei clase de curbe, dacă este invariantă în raport cu acelaşi grup de transformări ca şi acesta (sau faţă de unul mai general). O restrîngere a dimensiunii unei clase de curbe (în compa-

---

[2] Despre raporturile dintre grupurile de transformare şi „individualizare“ vezi, de exemplu, WEYL, *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft*, 1927, p. 59, unde se face referinţă la „Programul de la Erlangen“ al lui Klein.

rație cu o altă clasă) se cheamă *formală*, dacă restrîngerea nu reduce generalitatea definiției; în caz contrar, o numim restrîngere *materială*.

În evaluarea gradului de falsificabilitate a două teorii pe temeiul dimensiunii lor, va trebui să ținem seama, evident, atît de *generalitatea* lor, adică de invarianța lor față de transformări ale coordonatelor, cît și de dimensiunile lor.

Desigur că va trebui să procedăm diferit în funcție de faptul dacă teoria conține, ca cea a lui Kepler, un enunț nemijlocit geometric, sau dacă tratarea „geometrică" se referă numai la o reprezentare grafică, cum ar fi, de exemplu, reprezentarea corelației dintre presiune și temperatură. Ar fi eronat să pretindem în acest din urmă caz claselor de curbe ca definiția lor să fie invariantă față de rotațiile sistemului de coordonate, căci aici coordonatele sistemului nu sînt echivalente. (Una reprezintă temperatura, iar cealaltă presiunea.)

Cu această observație închei considerațiile privitoare la compararea gradelor de falsificabilitate. Posibilitatea de a clarifica cu ajutorul lor probleme epistemologice o voi arăta mai întîi în tratarea *problemei simplității*. Însă și problema *coroborării* sau a așa-numitei „probabilități a ipotezelor" este pusă într-o lumină nouă de aceste considerații.

**Adaos* (1968). Una din ideile cele mai importante ale cărții de față o constituie ideea *conținutului* (empiric) al unei teorii: „că un enunț...ne comunică o cantitate de informații cu atît mai mare despre „lumea noastră" cu cît...interzice mai mult". (p. 84; vezi și sfîrșitul p. 138.)

Două puncte esențiale, subliniate de mine în 1934, sînt: (1) *Gradele* conținutului sau ale testabilității sau ale coroborării sau ale „simplității" relativizează falsificabilitatea. (2) Scopul științei — creșterea cunoașterii noastre — constă în creșterea conținutului.

Ulterior am dezvoltat aceste idei. Două puncte noi sînt: (3) Relativizarea în continuare a ideii conținutului (sau a „simplității") în privința *problemei* sau a *cercului de probleme* în discuție la un moment dat. (Vezi *Adaosul* de la p. 338.) (4) Explicarea raportului dintre *conținutul* și *conținutul de adevăr* al unei teorii, pe de o parte, și *apropierea ei de adevăr* sau asemănarea ei cu adevărul („verosimilitudine"), pe de alta. Ambele puncte au fost întîi schițate în capitolul 10 (și în *Addenda*) din lucrarea *Conjectures and Refutations*. (Vezi și paginile 226, 338, 343 și nota de la p. 347.)

Adaos (1971). Importantă în acest context este și lucrarea mea *Über die Zielsetzung der Erfahrungswissenschaft* publicată în „*Ratio*", vol. I, 1957, nr.1, p. 21 și în vol. *Theorie und Realität*, ed. de Hans Albert, Tübingen, 1964, p. 73.

CAPITOLUL VII

SIMPLITATEA

Importanţa ce trebuie acordată aşa-numitei probleme a simplităţii este o chestiune controversată. În timp ce Weyl[1] acordă „problemei simplităţii o importanţă capitală pentru epistemologia ştiinţelor naturii", mai recent se pare că interesul faţă de această problemă scade, poate deoarece (în special după analiza pătrunzătoare efectuată de Weyl) orice încercare de a o soluţiona pare să fie lipsită de şanse de reuşită.

Pînă de curînd, noţiunea de simplitate s-a folosit fără discernămînt critic, ca şi cum s-ar înţelege de la sine ce este „simplitatea" şi ce valoare prezintă ea. Au existat nu puţine încercări epistemologice care au acordat conceptului de simplitate o importanţă fundamentală, fără să se observe măcar caracterul problematic al acestui concept. Astfel, adepţii lui Mach, Kirchhoff şi Avenarius au încercat să înlocuiască ideea explicaţiei cauzale cu noţiunea de „cea mai simplă descriere"; fără adjectivul „cea mai simplă" (sau un echivalent al acestuia) această doctrină ar fi lipsită de conţinut, căci ea trebuie să explice superioritatea descrierii lumii prin *teorii* faţă de o descriere a ei prin enunţuri singulare. În general se încearcă însă rareori precizarea a ceea ce se înţelege prin simplitate. Dacă teoriile sînt elaborate în scopul realizării unei descrieri mai simple, atunci evident că ar trebui să le folosim pe cele mai simple: Poincaré, pentru care alegerea teoriilor este o chestiune de convenţie, ajunge astfel la principiul său de selecţie a teoriilor: el alege convenţiile cele mai simple cu putinţă. Dar care sînt acestea?

41. *Eliminarea conceptului estetico-pragmatic de simplitate*

Cuvîntul simplitate se foloseşte în accepţiuni foarte diferite. Astfel, teoria lui Schrödinger este de o mare „simplitate" în sens epistemologic, într-un alt sens este însă poate „complicată". Despre soluţia unei *probleme* putem afirma că nu este simplă, ci dificilă, iar despre o *prezentare* sau expunere că nu este simplă, ci complicată.

Pentru început voi exclude din discuţia noastră tot ce se referă numai la expuneri sau prezentări. Astfel se afirmă despre două prezentări diferite ale unei demonstraţii matematice, că una este „mai simplă" („mai elegantă") de-

[1] Vezi WEYL, *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft*, 1927, p. 115 şi urm., vezi şi paragraful 42.

cît cealaltă. Această distincţie nu prezintă un interes deosebit din punctul de vedere al teoriei cunoaşterii, ea avînd mai curînd un caracter extralogic estetico-pragmatic. O situaţie similară întîlnim şi cînd se afirmă că o problemă se poate rezolva cu mijloace mai simple decît alta, înţelegîndu-se prin aceasta că ea poate fi rezolvată mai uşor, sau că rezolvarea ei presupune mai puţine cunoştinţe prealabile. După cum se vede, în toate aceste cazuri cuvîntul „simplu" poate fi uşor eliminat, căci folosirea lui este una extralogică.

42. *Problema epistemologică a simplităţii*

Ce mai rămîne după eliminarea conceptului estetico-pragmatic al simplităţii? Există oare un concept de simplitate care să fie logic semnificativ? Este posibilă realizarea unei distincţii între teorii logic neechivalente în funcţie de gradul lor de simplitate?

După eşecul încercărilor de a preciza un astfel de concept, ne-am putea îndoi de această posibilitate. Schlick[1] răspunde negativ la această întrebare, scriind că „simplitatea este... un concept parţial pragmatic, parţial estetic", deşi vorbeşte în acest loc despre acel concept care ne interesează şi pe care-l voi numi *conceptul epistemologic al simplităţii;* căci el spune în continuare: „chiar dacă sîntem incapabili să explicăm ce înseamnă de fapt aici «simplitate», trebuie totuşi să constatăm că orice savant care a reuşit să reprezinte o serie de observaţii printr-o formulă foarte simplă (de exemplu printr-o funcţie liniară, pătratică sau exponenţială) este imediat convins că a descoperit o *lege*".

Schlick[2] examinează posibilitatea definirii conceptului de „legitate" şi în special a opoziţiei dintre „lege" şi „întîmplare" cu ajutorul conceptului de simplitate, şi o respinge în cele din urmă pe temeiul că „simplitatea este evident un concept în întregime relativ şi vag, astfel că nu se poate obţine cu ajutorul lui o definiţie riguroasă a cauzalităţii, şi nici nu se poate face o distincţie precisă între lege şi hazard". Din acest pasaj rezultă clar ce ar trebui să realizeze de fapt conceptul de simplitate din punct de vedere epistemologic: să poată măsura gradul de legitate. Un punct de vedere asemănător este exprimat şi de Feigl[3], care vorbeşte despre „ideea... de a defini gradul de legitate cu ajutorul conceptului de simplitate".

Acest concept epistemologic al simplităţii joacă un rol aparte în teoriile logicii inductive, de exemplu sub forma problemei „curbei cele mai simple". Logica inductivă susţine că prin generalizarea unor observaţii particulare ajungem la legile naturii. Dacă ne imaginăm diversele rezultate particulare ale unei serii de observaţii ca fiind reprezentate prin puncte într-un sistem de coordonate, reprezentarea grafică a legii o va constitui o curbă care trece prin toate aceste puncte. Printr-un număr finit de puncte putem însă trasa un

---

[1] SCHLICK, „*Naturwissenschaften*", *19*, 1931, p. 148.
[2] SCHLICK, *ibidem*.
[3] FEIGL, *Theorie und Erfahrung in der Physik*, 1931, p. 25.

număr nelimitat de curbe de cele mai diverse forme. Deoarece astfel observaţiile nu determină univoc legea, logica inductivă este confruntată cu problema de a decide care din aceste curbe posibile trebuie aleasă.

Răspunsul obişnuit este: se alege „curba cea mai simplă". Wittgenstein[4], de exemplu, afirmă: „procesul inducţiei constă în a adopta legea *cea mai simplă* care poate fi pusă în concordanţă cu experienţa noastră". În alegerea legii cele mai simple se admite, de obicei, în mod tacit, că o funcţie liniară este mai simplă decît una pătratică, că cercul este mai simplu decît elipsa etc. De ce este însă aleasă tocmai această ordine ierarhică şi ce avantaje au legile „simple" — în afara celor estetico-pragmatice — despre aceasta nu aflăm nimic[5]. Schlick şi Feigl menţionează[6] o lucrare nepublicată a lui Natkin care (după Schlick) propune să se spună despre o curbă că este mai simplă decît alta dacă curba ei medie este mai mică sau (după Feigl) dacă abaterea ei de la o dreaptă este mai mică. [Cele două versiuni nu sînt deci întru totul echivalente.] Această definiţie se potriveşte evident destul de bine cu intuiţia noastră, dar ocoleşte, într-un fel, problema esenţială, căci anumite părţi (cele asimptotice) ale unei hiperbole ar fi astfel mai simple decît un cerc etc. Cu „artificii" de acest gen (cum le numeşte Schlick) problema cu greu ar putea fi soluţionată, căci ar rămîne un mister de ce preferăm tocmai această definiţie a simplităţii.

Un interes deosebit prezintă şi ideea menţionată şi criticată de către Weyl, de a reduce simplitatea la probabilitate. „Dacă, de exemplu, 20 de perechi de valori coordonate (x, y) ale aceleiaşi funcţii $y=f\ (x)$ sînt situate (în limitele scontate de exactitate) pe o dreaptă, în cazul notării lor într-un sistem de coordonate rectangular se va presupune, ca lege naturală strictă, că y este în dependenţă liniară de x. Se va presupune aceasta, tocmai din cauza simplităţii dreptei, sau pentru că ar fi extrem de improbabil ca tocmai aceste 20 de perechi de valori detaşate să fie situate (aproape) pe aceeaşi dreaptă, dacă legea căreia ele i se supun ar fi alta. Dacă folosim acum dreapta pentru interpolare şi extrapolare, obţinem predicţii care depăşesc conţinutul observaţiilor. Însă şi această analiză este susceptibilă unei critici. Căci putem defini oricînd tot felul de funcţii matematice care să satisfacă cele 20 de observaţii, dintre care unele se vor abate considerabil de la o dreaptă. Pentru fiecare dintre acestea putem presupune că ar fi extrem de improbabil ca cele 20 de puncte de observaţie să fie situate tocmai pe ea, dacă ea nu ar reprezenta legea reală. Prin urmare, este esenţial ca funcţia, sau mai degrabă clasa de funcţii, să ne fie oferită *a priori* de către matematică, tocmai datorită simplităţii sale matematice. Clasa de funcţii nu trebuie să depindă de un număr atît de mare de parametri ca numărul observaţiilor ce trebuie satisfăcute..."[7]. Observaţia lui Weyl, că

---

[4] WITTGENSTEIN, *Tractatus Logico-Philosophicus*, 1918 şi 1922, propoziţia 6,363.

[5] Observaţia lui WITTGENSTEIN privind simplitatea logicii (*op. cit.*, propoziţia 5,4541), care stabileşte „standardul simplităţii", nu oferă nici un punct de reper în această chestiune. *Principiul curbei celei mai simple* al lui REICHENBACH („*Mathematische Zeitschrift*", *34*, 1932, p. 616) se bazează pe *axioma inducţiei*, elaborată de el (care, cred eu, nu poate fi susţinută) şi nu oferă nici un punct de sprijin pentru scopurile noastre.

[6] *Op. cit.*

[7] WEYL, *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft*, 1927, p. 116. *Cînd am scris cartea mea, nu ştiam că HAROLD JEFFREYS şi DOROTHY WRINCH au propus, cu şase ani înaintea lui Weyl, ca simplitatea unei funcţii să fie măsurată prin numărul para-

„clasa de funcții ar trebui să ne fie oferită *a priori* de către matematică tocmai datorită simplității sale matematice" și referirea sa la numărul parametrilor, concordă cu concepția mea (dezvoltată în paragraful 43); însă Weyl nu indică ce este „simplitatea matematică" și, în special, nu menționează ce avantaje logico-epistemologice se presupune că ar avea legea simplă față de una mai complexă[8].

Pasajele citate aici sînt importante, datorită legăturii pe care o au cu scopul urmărit de mine — acela de a preciza conceptul epistemologic de simplitate. Este deci posibil să se respingă orice încercare de precizare a conceptului, pe temeiul că nu este identic cu „conceptul de simplitate" pe care îl au în vedere epistemologii. La aceste obiecții aș putea răspunde că nu acord nici cea mai mică importanță cuvîntului „simplitate"; nu eu am introdus acest termen (ale cărui dezavantaje le cunosc). Eu susțin însă că conceptul de simplitate pe care-l voi propune are capacitatea să dea răspuns tocmai acelor întrebări, pe care epistemologii le ridică întotdeauna în legătură cu problema simplității.

43. *Simplitate și grad de falsificabilitate*

Problemele epistemologice pe care le ridică conceptul de simplitate pot să primească un răspuns, dacă conceptul de „simplitate" este identificat cu cel de *grad de falsificabilitate*. Este posibil ca la început această afirmație să provoace împotrivire; de aceea încerc să o fac plauzibilă*[1].

---

metrilor ci liber ajustabili (cf. și lucrarea lor scrisă în comun din „*Philosophical Magazine*", *42*, 1921, p. 369 și urm.) și, fără îndoială, că nici Weyl nu a cunoscut această idee cînd și-a scris cartea. Doresc să folosesc acest prilej pentru a atrage atenția asupra meritului celor doi autori.

[8] Comentariile ulterioare ale lui Weyl privind raportul dintre simplitate și coroborare prezintă de asemenea interes; ele concordă în mare măsură cu ceea ce am spus în această privință în paragraful 82, deși eu plec și de la alte premise (cf. nota 1 din paragraful 82 *și următoarea nouă notă *1 privind paragraful 43).

*[1] M-am bucurat putînd constata că această teorie a simplității (inclusiv ideile cuprinse în paragraful 40) a fost acceptată și preluată măcar de un epistemolog. Este vorba de WILLIAM KNEALE care, în volumul său *Probability and Induction*, 1949, p. 229 și urm., scrie: „... este foarte evident că ipoteza cea mai simplă în acest sens este totodată aceea cu privire la care putem spera că va fi eliminată cel mai repede, dacă este falsă... Pe scurt, metoda de a adopta întotdeauna ipoteza cea mai simplă care concordă cu faptele cunoscute ne va permite să ne debarasăm cît mai repede de ipoteze false". În nota respectivă de la subsolul paginii, Kneale se referă la p. 116 din volumul lui Weyl, precum și la lucrarea mea. Nu pot găsi însă în această pagină, ale cărei părți mai relevante le citez pe larg în text, și nici în vreun alt loc din impunătoarea lucrare a lui Weyl (sau din vreo altă lucrare) nimic ce ar aduce cu teza, că simplitatea unei teorii este legată de falsificabilitatea ei, adică de ușurința cu care ea poate fi eliminată. Și nici nu aș fi scris, la sfîrșitul paragrafului precedent, că Weyl nu indică „ce avantaje logico-epistemologice se presupune că ar avea legea simplă față de una mai complexă", dacă Weyl (sau vreun alt autor mie cunoscut) ar fi elaborat deja aceeași teorie înaintea mea.

Situația este următoarea. În analiza sa profundă privind problema aceasta (citată aici în paragraful 42, textul de la nota 7), Weyl menționează pentru început concepția intuitivă că o curbă simplă — de exemplu o dreaptă — are un avantaj față de o curbă mai complexă,

Am arătat deja că teoriile de dimensiuni mai mici sînt mai ușor falsificabile decît teoriile de dimensiuni superioare. Astfel, o lege avînd forma unei funcții de gradul întîi este mai ușor falsificabilă decît una exprimată printr-o funcție de gradul doi, însă și aceasta se numără printre legile cel mai bine falsificabile și a căror formă matematică este cea a unei funcții algebrice. Acest fapt corespunde și observațiilor lui Schlick[1] privind simplitatea: „Desigur că vom fi înclinați să considerăm o funcție de gradul întîi ca fiind mai simplă decît una de gradul doi, deși ultima reprezintă, fără îndoială, o lege ireproșabilă...".

Gradul de universalitate și de precizie al unei teorii crește odată cu gradul ei de falsificabilitate. Putem de aceea identifica, fără îndoială, *gradul de legitate al unei teorii* cu gradul ei de falsificabilitate; aceasta realizează deci tocmai ceea ce Schlick și Feigl cereau conceptului de simplitate. Amintesc că și distincția căutată de Schlick dintre lege și hazard poate fi clarificată cu ajutorul conceptului de falsificabilitate: enunțurile de probabilitate referitoare la șirurile aleatoare se dovedesc a fi de dimensiune infinită (cf. paragraful 65), a nu fi simple (cf. paragrafele 58, 69 ultima parte), a fi falsificabile numai în anumite condiții speciale (cf. paragraful 68).

Comparația gradelor de testabilitate am discutat-o în paragrafele 31 pînă la 40, exemplele și detaliile menționate acolo putînd fi transpuse ușor și asupra problemei simplității. Aceasta este valabil în special pentru gradul de universalitate al unei teorii; un enunț mai universal poate înlocui mai multe enunțuri cu un grad de universalitate mai redus, și este deja din această cauză numit mai „simplu". Conceptul de dimensiune a unei teorii precizează ideea weyliană de a utiliza numărul parametrilor pentru determinarea conceptului de simplitate*[2]. Abia distincția pe care am introdus-o dintre restrîngerea

---

căci se poate considera ca fiind un accident foarte improbabil, ca toate observațiile să corespundă unei curbe așa de simple. Însă, în loc să dezvolte în continuare această concepție intuitivă (cu ajutorul căreia, după părerea mea, el ar fi ajuns la concluzia că teoria mai simplă este mai bine testabilă), el o *respinge*, susținînd că ea nu ar rezista unei critici raționale: el arată că s-ar putea spune același lucru despre *oricare* curbă, oricît de complexă ar fi aceasta. (Acest argument este corect, însă nu mai este valabil dacă luăm în considerare *falsificatorii potențiali* și gradul lor de complexitate, în locul instanțelor verificatoare.) Weyl discută apoi problema numărului redus de parametri ca criteriu al simplității; în această parte a expunerii sale, el nu leagă în nici un fel această problemă de concepția intuitivă pe care a respins-o mai înainte, sau de orice alt lucru, cum ar fi testabilitatea sau conținutul, care ar fi putut explica preferința noastră epistemologică pentru teoria mai simplă.

Caracterizarea dată de Weyl simplității unei curbe prin numărul redus de parametri ai acesteia a fost anticipată deja în 1921 de HAROLD JEFFREYS și DOROTHY WRINCH („*Phil. Mag.*", *42*, p. 369 și urm.). Dacă Weyl nu a văzut ceea ce în prezent este „deosebit de evident" (potrivit lui Kneale), Jeffreys a susținut și susține și acum un punct de vedere opus: el acordă legii mai simple o mai mare probabilitate *a priori*. (Astfel, opiniile lui Jeffreys și Kneale formează împreună o bună ilustrare pentru observația lui Schopenhauer că soluția unei probleme se prezintă deseori mai întîi sub forma unui paradox, iar ulterior ca un truism.) Aș dori să adaug că între timp am dezvoltat în continuare teoria mea privind simplitatea, încercînd în acest sens să învăț — și sper că nu fără succes — de la Kneale. Vezi anexa *X și paragraful *15 din *Postscriptum*.

[1] SCHLICK, „*Naturwissenschaften*", *19*, 1931, p. 148 (cf. nota 1 de la paragraful precedent).

*[2] După cum s-a menționat deja în nota 7, paragraful 42, și în nota *1 din acest paragraf, Harold Jeffreys și Dorothy Wrinch au fost primii care au propus măsurarea simplității unei funcții prin numărul ei redus de parametri care pot fi liber ajustați. Acești doi

formală şi restrîngerea materială a dimensiunii unei teorii (cf. paragraful 40) ne permite să înlăturăm anumite obiecţii [aduse teoriei lui Weyl], cum ar fi aceea că clasa elipselor, ale căror axe sînt într-un raport dat şi a căror excentricitate numerică este dată, are exact atîţia parametri ca şi clasa cercurilor (deşi este, evident, mai puţin „simplă").

Înainte de toate, însă, teoria mea explică de ce simplitatea este o însuşire aşa de dezirabilă. Pentru a înţelege acest fapt nu avem nevoie de o supoziţie de felul „economiei gîndirii" sau de ceva asemănător. Dacă scopul nostru este cunoaşterea, enunţurile mai simple trebuie apreciate mai mult decît enunţurile mai puţin simple, deoarece primele ne *spun mai mult*, deoarece conţinutul lor empiric este mai mare, deoarece sînt mai bine testabile.

44. *„Configuraţie geometrică" şi „formă funcţională"*

Conceptul meu de simplitate îmi permite să rezolv o serie de contradicţii care pînă în prezent au făcut ca aplicabilitatea conceptului de simplitate să pară deosebit de problematică.

Iată doar un exemplu: nimeni nu va caracteriza *configuraţia geometrică* a unei curbe logaritmice ca fiind deosebit de simplă, însă considerăm de obicei ca simplă o *lege* care poate fi reprezentată printr-o funcţie logaritmică. În mod similar vom spune despre o *funcţie sinus* că este foarte simplă, deşi configuraţia geometrică a *curbei sinusoidale* nu este, poate, chiar atît de simplă.

Astfel de dificultăţi pot fi elucidate dacă ne reamintim legătura dintre numărul parametrilor şi gradul de falsificabilitate şi dacă distingem între restrîngerea formală şi cea materială a dimensiunii. (Trebuie să ne reamintim rolul pe care îl are invarianţa faţă de transformările sistemelor de coordonate.) Dacă vorbim de *configuraţie geometrică*, sîntem îndreptăţiţi să cerem invarianţă faţă de toate transformările care fac parte din grupul deplasărilor (în plus, de obicei, şi faţă de transformările grupului de similitudine): considerăm o „configuraţie geometrică" ca nefiind legată de o *poziţie* determinată. În consecinţă, o curbă logaritmică avînd un singur parametru ($y = log_a x$), situată într-un plan, va avea cinci parametri, dacă considerăm „configuraţia" ei în acest

---

autori au propus însă, totodată, ca ipotezei mai simple să-i fie atribuită o probabilitate mai mare. Astfel, concepţia lor poate fi reprezentată prin următoarea schemă:

Simplitate = număr redus de parametri = înaltă probabilitate a priori.

S-a întîmplat ca eu să abordez această problemă dintr-un cu totul alt punct de vedere. M-a interesat problema evaluării gradului de testabilitate şi am observat mai întîi că testabilitatea poate fi măsurată prin improbabilitatea „logică" (care corespunde exact improbabilităţii „a priori" a lui Jeffreys). Apoi am constatat că testabilitatea, şi prin urmare şi improbabilitatea logică, pot fi echivalate cu numărul redus de parametri, şi abia la sfîrşitul acestui demers am echivalat gradul înalt de testabilitate cu gradul înalt de simplitate. Concepţia mea poate fi ilustrată prin următoarea schemă:

Improbabilitate a priori înaltă = număr redus de parametri = simplitate.

După cum se vede, cele două scheme coincid parţial, însă în punctul decisiv — probabilitate sau improbabilitate — ele se află în opoziţie directă. Vezi şi anexa *VIII.

sens şi dacă ţinem totodată seama şi de transformările de similitudine, deci nu va fi nicidecum o curbă deosebit de simplă. Dacă însă reprezentăm o *teorie* sau o lege printr-o curbă logaritmică, atunci o transformare a coordonatelor, de felul unei rotiri, a deplasării paralele sau a transformărilor de similitudine, nu intră, de cele mai multe ori, în discuţie, căci curba logaritmică este în principiu o reprezentare grafică ale cărei coordonate nu sînt interşanjabile (de exemplu, axa lui x va reprezenta presiunea atmosferică, iar axa lui y, înălţimea deasupra nivelului mării) şi pentru care transformările de similitudine, de asemenea, nu au vreo semnificaţie. Consideraţii asemănătoare pot fi făcute şi pentru oscilaţiile sinusoidale în lungul unei axe determinate, cum ar fi de exemplu axa timpului ş.a.m.d.

45. *Simplitatea geometriei euclidiene*

În discuţiile purtate în jurul teoriei relativităţii, problema simplităţii geometriei euclidiene a jucat un rol mare. Niciodată nu s-a pus la îndoială că teoria euclidiană ca atare este mai simplă decît orice geometrie neeuclidiană (de curbură constantă dată), ca să nu mai vorbim de geometriile neeuclidiene de curbură variabilă. La prima vedere, această „simplitate" pare a nu avea prea mult în comun cu gradul de falsificabilitate; dacă însă formulăm enunţurile respective sub forma unor ipoteze empirice, vedem că cele două concepte — de simplitate şi de falsificabilitate — coincid şi în acest caz.

Să examinăm ce experienţe ne-ar putea ajuta să testăm următoarea ipoteză: „Aici există o anumită geometrie metrică de cutare şi cutare curbură". O testare va fi posibilă numai dacă identificăm anumite entităţi geometrice cu anumite obiecte fizice, de exemplu fazele luminoase cu liniile drepte, iar punctele cu locul de intersectare al unor fire. Dacă acceptăm această identificare („regula de corespondenţă" [cf. paragraful 17]), vom putea demonstra că ipoteza valabilităţii unei geometrii euclidiene a razei de lumină este falsificabilă într-un grad mai ridicat decît ipoteza corespunzătoare din oricare geometrie neeuclidiană. Căci dacă măsurăm suma unghiurilor unui triunghi format de razele de lumină, ipoteza geometriei euclidiene va fi falsificată prin orice abatere semnificativă de la 180 grade; în schimb, ipoteza unei geometrii Bolyai-Lobacevski cu o curbură dată va fi compatibilă cu orice măsurare care nu va depăşi 180 grade; pentru falsificarea acestei ipoteze ar fi necesară nu numai măsurarea unghiurilor, dar şi stabilirea dimensiunii (absolute) a triunghiului respectiv, adică în afara măsurării unghiului ar trebui definită şi o altă unitate de măsură, ca de exemplu o unitate de măsură a suprafeţei. Deci sînt necesare mai multe măsurători; ipoteza este compatibilă cu diverse rezultate ale măsurării, ea fiind aşadar falsificabilă într-un grad mai redus. Cu alte cuvinte, geometria euclidiană este singura din geometriile metrice de curbură dată în care transformările de similitudine sînt posibile. Prin urmare, figurile geometrice euclidiene sînt invariante faţă de mai multe transformări, adică ele pot avea o dimensiune mai mică, pot fi mai simple.

46. *Conceptul de simplitate al convenţionalismului*

Ceea ce convenţionalismul numeşte „simplitate" *nu* corespunde cu ceea ce eu numesc „simplitate". Plecînd de la ideea de bază, corectă, conform căreia experienţa nu determină în mod univoc teoria, convenţionalismul alege teoria „cea mai simplă". Deoarece însă convenţionalismul nu tratează teoriile sale ca nişte sisteme falsificabile, ci le priveşte ca fiind decizii convenţionale, el va înţelege prin „simplitate" cu totul altceva decît „gradul de falsificabilitate".

Conceptul convenţionalist de simplitate se dovedeşte, de fapt, a fi un concept estetico-pragmatic. Pentru conceptul convenţionalist de simplitate (însă nu pentru conceptul meu) este valabilă şi următoarea observaţie făcută de Schlick[1] [cf. paragraful 42]: „Este cert că putem defini conceptul de simplitate numai printr-o convenţie care trebuie să rămînă totdeauna arbitrară". Este curios, cum tocmai convenţionalismul a omis să sesizeze caracterul convenţional al principiului său de simplitate; altfel, reprezentanţii săi ar fi observat că invocarea simplităţii nu îi poate salva de arbitrar odată ce au ales calea deciziilor arbitrare.

Din punctul meu de vedere, un sistem trebuie descris ca fiind „complicat în cel mai înalt grad" dacă, în acord cu practica convenţionalistă, este considerat ca stabilit odată pentru totdeauna şi salvat, atunci cînd este în pericol, prin ipoteze auxiliare introduse ulterior. Căci gradul de falsificabilitate al acestui sistem este egal cu zero. Conceptul meu de simplitate ne trimite, aşadar, încă o dată la regulile metodologice din paragraful 20, în primul rînd cele privitoare la limitarea utilizării ipotezelor auxiliare („principiul parcimoniei în folosirea ipotezelor").

**Adaos* (1968).

Am încercat să arăt aici *în ce măsură gradul de simplitate poate fi identificat cu gradul de testabilitate.* Cuvîntul „simplitate" nu intră în discuţie. Despre cuvinte (sau despre esenţele denumite de cuvinte) nu trebuie să purtăm controverse şi nici să filozofăm. *Deci nu am propus o definiţie a esenţei simplităţii.* Tot ceea ce am încercat se reduce la următoarele:

O seamă de eminenţi oameni de ştiinţă şi filozofi au vorbit despre problema simplităţii teoriilor şi toţi au stabilit *regula* de a se acorda prioritate teoriei celei mai simple, însă raţiuni epistemologice pentru adoptarea acestei reguli au fost oferite rareori. În privinţa *distincţiei* dintre teorii simple şi altele mai puţin simple s-au făcut observaţii greu de conciliat. De aceea am încercat să evidenţiez următoarele: (1) Dacă înlocuim cuvîntul „simplu" prin „bine testabil", regula şi distincţia devin clare. (2) Această înlocuire coincide

[1] SCHLICK, *„Naturwissenschaften"*, *19*, 1931, p. 148.

cu majoritatea *exemplelor* lui Poincaré și ale altora. (3) Ea nu corespunde însă cu *vederile* lui Poincaré despre simplitate.

Pentru relativizările elaborate după 1934, vezi anexa *VIII, *Adaos* (1968).

Addendum (1972)

În prezent aș dori să subliniez însă două puncte: (1) Noi putem compara teoriile în ceea ce privește testabilitatea lor numai dacă cel puțin unele din problemele pe care se presupune că le rezolvă coincid. (2) Ipotezele *ad hoc* nu pot fi comparate în acest fel.

CAPITOLUL VIII

PROBABILITATEA

În acest capitol nu vor fi tratate decît problemele „*probabilităţii evenimentelor*", deci probleme legate de teoria jocurilor de noroc şi de legile de probabilitate din fizică. Problemele aşa-numitei „*probabilităţi a ipotezelor*", cele de genul, dacă o ipoteză mai frecvent testată este „mai probabilă" decît una mai rar testată, vor fi discutate în paragrafele 79—85, sub titlul „Coroborare".

Consideraţii legate de teoria probabilităţii joacă un rol decisiv în cercetările din fizica modernă. Totuşi lipseşte încă o definiţie satisfăcătoare, consistentă a conceptului de probabilitate, sau, ceea ce este oarecum acelaşi lucru, lipseşte încă un sistem axiomatic satisfăcător pentru calculul probabilităţilor. Relaţiile dintre probabilitate şi experienţă necesită, de asemenea, o serie de clarificări. În investigarea acestei probleme descoperim că ar putea apărea o obiecţie, la prima vedere insurmontabilă, faţă de concepţia metodologică adoptată de mine: enunţurile de probabilitate, aşa de importante din punct de vedere empiric şi ştiinţific, se dovedesc a fi în principiu inaccesibile unei stricte falsificări. (Însă tocmai o astfel de dificultate poate deveni o piatră de încercare pentru teoria mea, o ocazie de coroborare a acesteia.)

Astfel rezultă următoarele două sarcini: (1) *Crearea unor noi baze pentru calculul probabilităţilor*, pe care, urmîndu-l pe Richard von Mises, le vom dezvolta ca o teorie frecvenţială, însă fără a utiliza ceea ce acesta numeşte „axioma de convergenţă" (sau „axioma de limită"), dar utilizînd „axioma hazardului", într-o formă mai atenuată; (2) *Clarificarea relaţiilor existente dintre probabilitate şi experienţă („problema decidabilităţii")*.

Sper că aceste investigaţii vor contribui la înlăturarea situaţiei inacceptabile, în care fizica operează cu probabilităţi fără să fie în măsură să formuleze în mod consistent ce se înţelege prin „probabilitate"*[1].

---

*[1] În cadrul teoriei probabilităţilor, am operat, începînd cu 1934, trei modificări:
(1) Introducerea unui calcul probabilistic formal (axiomatic), care poate fi interpretat în mai multe moduri, de exemplu în sensul interpretărilor logice şi frecvenţiale, discutate în lucrare, precum şi în sensul interpretării probabilităţii ca măsură a tendinţei de realizare, aşa cum va fi dezvoltată în *Postscriptum*.
(2) O simplificare a teoriei frecvenţiale a probabilităţii, la care am ajuns prin realizarea mai completă şi consecventă decît în 1934 a programului care stă la baza prezentului capitol privind o nouă fundamentare a teoriei frecvenţiale.
(3) Înlocuirea interpretării obiective a probabilităţii în termeni de frecvenţă printr-o altă interpretare obiectivă — *interpretarea probabilităţii ca măsură a tendinţei de realizare* — şi înlocuirea calculului frecvenţelor prin formalismul neo-clasic (sau al teoriei măsurării).
Primele două modificări datează din 1938 şi sînt schiţate în acest volum: prima modificare în cîteva anexe noi, *II pînă la *V, iar a doua — care are tangenţe cu argumentările din acest capitol — în cîteva noi note de subsol ale acestui capitol şi în noua anexă *VI. Modificarea cea mai importantă este expusă aici în nota *1 de la paragraful 57.

47. *Problema interpretării enunțurilor de probabilitate*

Pentru început voi face distincția între două feluri de enunțuri de probabilitate: cele care indică mărimea „probabilității" sub formă de numere — pe care le voi numi „enunțuri de probabilitate numerice" — și cele care nu ne dau astfel de indicații.

Un enunț de probabilitate numeric este, de exemplu, următorul: „Probabilitatea de a obține 11 aruncînd cu 2 zaruri (corecte) este de $\frac{1}{18}$." Enunțuri de probabilitate non-numerice pot fi de diverse feluri, ca de exemplu: „Este foarte probabil, că amestecînd apă și alcool, vom obține un amestec relativ omogen", enunț care, într-o interpretare anumită, ar putea fi probabil transformat într-un enunț de probabilitate numeric („probabilitatea ... este foarte apropiată de 1"); sau enunțul: „Descoperirea unui efect fizic care să contrazică teoria cuantică este foarte improbabilă". Acesta este un enunț care ar putea fi trecut în rîndul enunțurilor de probabilitate numerice doar cu prețul unor mari dificultăți. Cercetarea mea se va ocupa la început numai de *enunțurile de probabilitate numerice*; pe cele non-numerice, care sînt mai puțin importante, le voi examina ulterior.

Orice enunț de probabilitate numeric ridică următoarea problemă: Cum trebuie interpretat un astfel de enunț și, în particular, cum trebuie interpretată expresia sa numerică?

48. *Interpretări subiective și interpretări obiective*

Teoria clasică (laplaceană) a probabilității definește valoarea numerică a probabilității ca fiind cîtul obținut din împărțirea numărului de cazuri „favorabile" la numărul cazurilor „egal posibile". Chiar dacă facem abstracție de obiecțiile de ordin logic[1] împotriva acestei definiții — căci „egal posibil" este doar un echivalent pentru cuvîntul „egal probabil" — ea nu reprezintă totuși o interpretare univocă, aplicabilă; dimpotrivă, ea conține puncte de plecare pentru diferite interpretări, pe care le vom împărți în subiective și obiective.

O interpretare subiectivă se conturează deja în anumite expresii cu nuanțe psihologice, cum ar fi: „valoare de așteptare", „speranță matematică" etc.; în forma sa inițială, această interpretare este psihologistă. Această orientare

---

Cea de-a treia modificare (introdusă de mine cu titlu de încercare pentru prima dată în 1953) este dezvoltată în *Postscriptum* și aplicată problemelor teoriei cuantice. Vezi și trimiterile la lucrările mele mai noi de la p. 293 și urm. și 425 jos.

[1] Cf. de exemplu von MISES, *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*, 1928, p. 62 și urm. *Deși definiția clasică este numită adesea (ca dealtfel și în această carte) definiție „laplaceană", ea este cel puțin la fel de veche ca și *Doctrine of Chances* de DE MOIVRE din anul 1718. O obiecție mai veche împotriva formulării „egal posibil" se întîlnește și la C. S. PEIRCE, *Collected Papers 2*, 1932 (prima apariție în 1878), p. 417, alineat 2, 673.

concepe gradul de probabilitate ca pe o măsură de evaluare a sistemului de certitudine sau incertitudine legat de anumite aserţiuni sau presupoziţii. Deşi ea reuşeşte să traducă destul de bine cuvîntul „probabil" din anumite enunţuri non-numerice, o astfel de interpretare pare totuşi nesatisfăcătoare în cazul enunţurilor de probabilitate numerice.

O atenţie mai mare trebuie acordată unei variante mai noi a interpretării subiective*[1], care interpretează enunţurile de probabilitate nu din punct de vedere psihologic, ci dintr-unul logic, ca enunţuri despre „apropierea logică"[2] a propoziţiilor.

Enunţurile pot să fie între ele în diferite raporturi logice, cum ar fi deductibilitatea, contradicţia, independenţa reciprocă. Teoria logic-subiectivă, al cărei reprezentant de frunte este Keynes[3], consideră *relaţia de probabilitate* ca pe o relaţie logică între două enunţuri; cele două cazuri limită ale acestei relaţii de probabilitate ar fi deci deductibilitatea (un enunţ *q* „conferă" unui alt enunţ *p* probabilitatea 1, dacă *p* decurge din *q*[4]) şi contradicţia (probabilitatea 0); între aceste două cazuri limită se găsesc alte relaţii de probabilitate care ar putea fi interpretate *grosso modo* astfel: probabilitatea numerică a unui enunţ *p* (relativ la un enunţ *q*) va fi cu atît mai mare, cu cît ceea ce afirmă *p* va depăşi mai puţin ceea ce este conţinut în enunţul *q*, de care depinde probabilitatea lui *p* (anume în enunţul *q*, care „conferă" enunţului *p* o probabilitate).

Legătura deosebit de strînsă dintre această teorie şi cea psihologistă reiese din faptul că Keynes defineşte probabilitatea ca fiind „gradul încrederii raţionale" ce trebuie acordată unui enunţ *p* pe baza anumitor cunoştinţe (cuprinse în enunţul *q* care „conferă" lui *p* un grad de probabilitate).

A treia interpretare, anume *interpretarea obiectivă*, tratează orice enunţ de probabilitate numeric ca un enunţ despre *frecvenţa relativă* a anumitor evenimente în cadrul unui şir de evenimente[5].

Potrivit acestei interpretări, un enunţ ca: „probabilitatea ca la următoarea aruncare a zarului să obţinem un cinci este de $\frac{1}{6}$" nu ar constitui un enunţ despre următoarea aruncare a zarului, ci despre o întreagă clasă de aruncări, căreia

---

*[1] Asupra temeiurilor care stau la baza concepţiei mele, conform căreia interpretarea logică este o variantă a interpretării subiective, mă voi opri în capitolul *II din *Postscriptum*. Acolo interpretarea subiectivă va fi supusă şi unei critici amănunţite. Cf. şi anexa *IX.

[2] WAISMANN, *Logische Analyse des Wahrscheinlichkeitsbegriffes*, „*Erkenntnis*", *1*, 1930, p. 237: „probabilitatea astfel definită constituie în acelaşi timp o măsură pentru apropierea logică, pentru legătura deductivă dintre cele două enunţuri". Cf. şi WITTGENSTEIN, *Tractatus Logico-Philosophicus*, propoziţia 5,15 şi urm.

[3] J. M. KEYNES, *A Treatise on Probability*, 1921, p. 95 şi urm.

[4] WITTGENSTEIN, *Tractatus Logico-Philosophicus*, propoziţia 5,152: „Dacă *p* urmează din *q*, propoziţia „*q*" dă propoziţiei „*p*" probabilitatea 1. Certitudinea concluziei logice este un caz limită al probabilităţii".

[5] Cu privire la teoria frecvenţială mai veche, cf. critica lui KEYNES, *op. cit.*, p. 95 şi urm., unde se face o referinţă specială la *The Logic of Chance* de VENN. Despre concepţia lui Whitehead cf. paragraful 80 (nota 2). Principalii reprezentanţi ai noii teorii frecvenţiale sînt R. von Mises (cf. nota 1 din paragraful 50), Dörge, Kamke, Reichenbach, Tornier. *O nouă interpretare obiectivă, foarte apropiată de teoria frecvenţială, însă diferită de aceasta chiar şi prin formalismul său matematic este *interpretarea probabilităţii ca măsură a tendinţei de realizare*; expusă de mine în *Postscriptum*, *53 şi urm.

aruncarea următoare îi aparţine ca element; enunţul spune doar că frecvenţa relativă a evenimentului „aruncarea unui cinci" în cadrul acelei clase este egală cu $\frac{1}{6}$.

Potrivit acestei concepţii, enunţurile de probabilitate numerice sînt admisibile numai cînd li se poate da o interpretare frecvenţială. Teoria frecvenţială nu se interesează de acele enunţuri (în primul rînd de cele non-numerice) care nu pot să primească o asemenea interpretare.

În cele ce urmează, voi încerca să reconstruiesc teoria probabilităţii ca o *teorie frecvenţială* (modificată). Mă declar prin aceasta adeptul unei *interpretări obiective*, în primul rînd deoarece cred că numai o asemenea teorie obiectivă poate explica *aplicarea* calculului probabilităţii în *ştiinţele empirice*. Teoria subiectivă, care altminteri are de învins mai puţine dificultăţi de ordin logic decît cea obiectivă, poate, este adevărat, să dea un răspuns logic consistent problemei decidabilităţii enunţurilor probabilistice, dar, cum acest răspuns ar trebui să conceapă aceste enunţuri ca fiind tautologice, deci neempirice, nu ne putem declara mulţumiţi cu răspunsul oferit de ea, dacă ne gîndim la aplicaţiile fizice ale teoriei probabilităţii. (Acea variantă a teoriei „subiective", care crede că folosind, de exemplu, teorema lui Bernoulli drept „punte de legătură", poate deduce enunţuri frecvenţiale obiective din supoziţii subiective[6], eu o resping ca irealizabilă din punct de vedere logic.)

49. *Problema fundamentală a teoriei hazardului*

Aplicarea cea mai importantă a teoriei probabilităţii o constituie cea în domeniul „evenimentelor aleatorii". Este vorba de evenimente care au drept caracteristică particulară „imprevizibilitatea" şi despre care sîntem înclinaţi să credem, datorită numeroaselor încercări eşuate, că orice metodă raţională de a prevedea apariţia lor este sortită eşecului. Avem într-un fel sentimentul, că nu un om de ştiinţă, ci doar un profet le-ar putea prezice. Şi totuşi, tocmai această imprevizibilitate a anumitor evenimente ne face să conchidem că li se poate aplica calculul probabilităţilor.

Această concluzie întrucîtva paradoxală de la imprevizibilitate la aplicabilitatea unei anumite metode de calcul îşi pierde, e drept, în teoria subiectivă, caracterul său paradoxal, însă într-un mod cu totul nesatisfăcător. Potrivit acestei concepţii, calculul probabilităţilor nici nu este o metodă de calcul în sensul calculelor din ştiinţele empirice ale naturii (de previziune a evenimentelor), ci, dimpotrivă, este doar o metodă care, conform teoriei subiective, nu permite decît efectuarea unor transformări logice asupra a ceea ce ştim, sau mai

---

[6] Aceasta este eroarea cea mai gravă a lui Keynes; cf. şi paragraful 62, nota 3. *Nu mi-am modificat punctul de vedere în această problemă, deşi acum eu cred că teorema lui Bernoulli poate servi drept „punte de legătură" în cadrul unei teorii obiective; anume ca punte ce leagă tendinţa de realizare cu statistica. Vezi de asemenea şi anexa *IX şi paragrafele *55 pînă la *57 din *Postscriptum*.

degrabă, asupra a ceea ce nu ştim[1], căci tocmai cînd nu ştim ceva, [obişnuim să efectuăm aceste transformări. Această concepţie într-adevăr rezolvă paradoxul, însă *nu explică, cum un enunţ despre ceea ce nu ştim, interpretat ca enunţ frecvenţial, poate fi testat şi coroborat empiric.* Or, tocmai aceasta este problema: cum putem explica faptul că plecînd de la imprevizibilitate — adică de la ceea ce nu ştim — putem ajunge la enunţuri, care, interpretate apoi ca enunţuri frecvenţiale, sînt coroborate strălucit cu ocazia aplicării lor.

Pînă în prezent nici teoria frecvenţială nu a fost în măsură să ne ofere o soluţie satisfăcătoare a acestei *probleme fundamentale a teoriei hazardului*. Aceasta din urmă este legată (după cum voi arăta şi în paragraful 67) de „axioma de convergenţă" care face parte integrantă din teorie în forma ei actuală. Se poate însă găsi o soluţie satisfăcătoare în cadrul teoriei frecvenţiale (după ce „axioma de convergenţă" a fost eliminată), şi anume prin analiza presupoziţiilor care ne permit ca din succesiunea lipsită de orice regularitate a unor evenimente singulare să inferăm o regularitate a frecvenţelor.

50. *Teoria frecvenţială a lui von Mises*

O teorie frecvenţială care oferă o întemeiere pentru toate teoremele principale ale calculului probabilităţilor a fost elaborată pentru prima dată de Richard von Mises[1]. Ideile fundamentale ale acestei teorii sînt următoarele:

Calculul probabilităţilor este o teorie a anumitor „şiruri de evenimente întîmplătoare", adică teoria unor procese repetitive de felul unei serii de aruncări cu zarul. Aceste şiruri de evenimente sînt definite cu ajutorul a două condiţii axiomatice: *„axioma de convergenţă"* (sau *„axioma limitei"*) şi *„axioma hazardului"*. Dacă un şir de evenimente satisface aceste două condiţii, von Mises îl numeşte *„colectiv"*.

Un colectiv este, mai întîi, un şir de evenimente care în principiu poate fi continuat la infinit; de exemplu un şir de aruncări cu un zar gîndit ca indestructibil. Fiecare din aceste evenimente posedă o anumită proprietate, de exemplu „proprietatea cinci". Dacă împărţim numărul aruncărilor avînd proprietatea cinci, apărute pînă la un anumit element al şirului, la numărul total de aruncări cu zarul efectuate pînă la acest element al şirului (deci la numărul de ordine al acestui element) vom obţine frecvenţa relativă a aruncărilor de cinci pînă la elementul respectiv. Dacă determinăm această frecvenţă relativă pentru fiecare element al şirului în parte, şirului iniţial — „şirului de evenimente"

---

[1] WAISMANN, *„Erkenntnis"*, *1*, 1930, p. 238: „Nu există altă raţiune pentru introducerea conceptului de probabilitate decît caracterul incomplet al cunoaşterii noastre". O concepţie similară o susţine C. STUMPF (*Sitzungsbericht der Bayrischen Akademie der Wissenschaften*, phil.-hist. Klasse, 1892, p. 41). *Cred că acest punct de vedere foarte larg răspîndit duce la confuziile cele mai grave. Detalii vezi în capitolele *XII şi *V din *Postscriptum*.

[1] R. von MISES, *Fundamentalsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung, „Mathematische Zeitschrift"*, *4*, 1919, p. 1; *Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, „Mathematische Zeitschrift"*, *5*, 1919, p. 52; *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*, 1928; *Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung in der Statistik und theoretischen Physik* (*Vorlesungen über angewandte Mathematik 1*, 1931).

sau „şirului de proprietăţi" — i se poate corela un nou şir, anume *„şirul frecvenţelor relative"*.

La baza următorului *exemplu* voi aşeza, din motive de simplitate, o *„alternativă"*, adică un şir de evenimente presupuse a avea numai *două* proprietăţi, de exemplu o serie constînd din aruncarea unei monede în aer, notînd totodată o proprietate („capul") cu „1", iar cealaltă („pajura") cu „0". Deci *şirul de evenimente* (şirul de proprietăţi) poate fi reprezentat după cum urmează:

$$0 \; 1 \; 1 \; 0 \; 0 \; 0 \; 1 \; 1 \; 1 \; 0 \; 1 \; 0 \; 1 \; 0 \ldots \quad (A)$$

Corespunzător acestei alternative — sau, mai exact, proprietăţii sale — avem următorul şir de frecvenţe relative.[2]

$$0 \; \frac{1}{2} \; \frac{2}{3} \; \frac{2}{4} \; \frac{2}{5} \; \frac{2}{6} \; \frac{3}{7} \; \frac{4}{8} \; \frac{5}{9} \; \frac{5}{10} \; \frac{6}{11} \; \frac{6}{12} \; \frac{7}{13} \; \frac{7}{14} \ldots \quad (A')$$

Axioma convergenţei (sau „axioma limitei") postulează că acest şir de frecvenţe relative tinde către o *limită* definită, dacă şirul de proprietăţi devine din ce în ce mai lung. Datorită axiomei limitei, von Mises reuşeşte să lucreze cu *valori frecvenţiale stabile,* deşi valorile singulare ale frecvenţelor relative oscilează. Indicarea diferitelor valori limită ale frecvenţelor relative pentru diferitele proprietăţi ale colectivului înseamnă indicarea *distribuţiei*.

Axioma hazardului sau „principiul sistemului de joc exclus" are ca scop să dea o expresie matematică caracterului „aleator" al şirului. Dacă şirurile de aruncări ale unei monede ar prezenta regularităţi, astfel încît, de exemplu, după căderea de trei ori consecutiv a „capului" ar urma mai întotdeauna o cădere a „pajurei", un jucător ar putea să-şi îmbunătăţească şansele cu ajutorul unui sistem de joc. Or, axioma hazardului postulează că nu există un astfel de sistem de joc aplicabil cu succes la un colectiv; că indiferent de sistemul de joc adoptat, dacă acesta se prelungeşte suficient de mult timp, frecvenţele relative ale secvenţei desemnată ca favorabilă de sistemul de joc tind spre valorile limită ale şirului iniţial. Căci un şir, pentru care există un sistem de joc cu ajutorul căruia un jucător să-şi poată spori şansele, nu este un „colectiv" în sensul lui von Mises.

„Probabilitatea" este aşadar pentru von Mises doar un alt termen pentru „valoarea limită a frecvenţei relative într-un colectiv". Acest concept este deci aplicabil numai la şiruri de evenimente (o consecinţă ce apare inacceptabilă îndeosebi din punctul de vedere susţinut de Keynes). La obiecţiile împotriva acestei concepţii restrictive, Mises răspunde, opunînd net conceptul ştiinţific de probabilitate, cu care operează de exemplu fizica, accepţiunii populare a acestui concept: ar fi greşit să pretindem ca un termen ştiinţific bine definit să corespundă în totalitate cu limbajul preştiinţific inexact.

---

[2] Fiecare şir de proprietăţi poate fi corelat cu tot atîtea (diferite) „şiruri ale frecvenţei relative" cîte proprietăţi sînt definite în acel şir de proprietăţi; astfel în cazul unei alternative vor exista *două* şiruri. Aceste două şiruri pot fi derivate însă unul din celălalt, ele fiind „complementare" (termenii corespondenţi totalizînd suma 1). De aceea voi vorbi în cele ce urmează, pentru a fi cît mai concis, de „şirul de frecvenţe relative atribuit alternativei (α)", prin care voi înţelege întotdeauna şirul de frecvenţe corelat cu proprietatea „1" a acestei alternative (α).

Sarcina calculului probabilităţilor constă, în opinia lui von Mises, în şi numai în a deduce anumite „colective derivate", respectiv „distribuţii derivate" din anumite „colective iniţiale" date (cu anumite „distribuţii iniţiale" date), sau, mai pe scurt, în a calcula probabilităţi care nu sînt date, plecînd de la probabilităţi care sînt date.

R. von Mises rezumă trăsăturile distinctive ale teoriei sale în patru puncte[3]: conceptul de colectiv îl precede pe cel de probabilitate; aceasta din urmă este definită ca valoare limită a frecvenţelor relative; se formulează o axiomă a hazardului; este precizată sarcina calculului probabilităţilor.

51. *Plan pentru o nouă teorie a probabilităţilor*

Cele două cerinţe axiomatice formulate de von Mises în vederea definirii conceptului de colectiv au făcut obiectul unor critici severe şi, după părerea mea, nu lipsite de temei. S-au adus obiecţii îndeosebi împotriva *combinării* axiomei de convergenţă (axioma limitei) cu axioma hazardului[1], invocîndu-se faptul că este inadmisibil a se aplica conceptul matematic de limită la un şir care prin definiţie (datorită axiomei hazardului) nu poate fi supus nici unei legi sau reguli matematice. Căci limita în sens matematic nu este nimic altceva decît *o proprietate caracteristică a legii sau regulii matematice* care defineşte şirul. Anume aceea, că pe baza legii sau regulii matematice de formare a şirului se poate întotdeauna indica un element începînd de la care abaterile de la o valoare definită, care este tocmai valoarea lor limită, sînt mai mici decît o altă mărime mică dată arbitrar.

Ţinînd seama de aceste obiecţii, s-a făcut propunerea de a se renunţa la combinarea axiomei limitei cu cea a hazardului, respectiv de a cere axiomatic doar existenţa unei valori limită şi de a se renunţa complet la axioma hazardului (Kamke) sau de a o înlocui printr-o cerinţă mai slabă (Reichenbach). Această sugestie presupune că responsabilitatea pentru dificultăţile ce apar revine axiomei hazardului.

Spre deosebire de aceste puncte de vedere, eu înclin să cred că axioma de convergenţă (axioma limitei) nu este mai puţin problematică decît axioma hazardului. Pe cînd îmbunătăţirea axiomei hazardului este în principal o problemă a matematicii, eliminarea axiomei limitei corespunde în măsură mai mare unei necesităţi epistemologice[2]. (Cf. paragraful 66.)

În cele ce urmează vor fi tratate întîi aspectele matematice ale problemei, apoi cele epistemologice.

Prima noastră sarcină — reconstrucţia teoriei matematice[3] — are ca scop deducerea teoremei lui Bernoulli — prima „lege a numerelor mari" — dintr-o

---

[3] Cf. von MISES, *Wahrscheinlichkeitsrechnung*, 1931, p. 22.

[1] WAISMANN, „*Erkenntnis*", *1*, 1930, p. 232.

[2] SCHLICK, „*Naturwissenschaften*", *19*, 1931. *Eu continui să cred în importanţa acestor două sarcini. Deşi în lucrarea de faţă am reuşit aproape să-mi ating scopul propus, cele două sarcini le-am rezolvat satisfăcător abia în noua anexă *VI.

[3] O prezentare detaliată a construcţiei matematice va fi publicată separat. *Cf. noua anexă *VI.

axiomă modificată a hazardului; modificată în sensul ca exigenţa să nu depăşească ceea ce este necesar pentru atingerea acestui scop. Sau, pentru a mă exprima mai clar: scopul constă în deducerea celei de-a treia forme a formulei binomiale (numită şi „Binomul lui Newton") din care se pot deduce, pe căile cunoscute, teorema lui Bernoulli şi celelalte teoreme ale convergenţei. Voi începe prin a elabora o *teorie a frecvenţelor pentru clasele finite* şi o voi dezvolta cît se poate de mult, adică pînă la derivarea unei (prime) formule newtoniene. Această teorie a frecvenţelor pentru clasele finite se dovedeşte a fi o parte elementară a calculului claselor, pe care îl voi dezvolta doar cu scopul de a obţine o bază mai sigură pentru discutarea axiomei hazardului.

În faza următoare, realizez trecerea la şirurile care pot fi continuate nelimitat, adică la *şirurile infinite*, introducînd *temporar* o axiomă a limitei, deoarece examinarea axiomei hazardului cere ceva de acest fel. După derivarea şi discutarea teoremei lui Bernoulli voi reflecta asupra modalităţii prin care putem elimina axioma limitei, respectiv la ce axiomatică ajungem printr-o astfel de eliminare.

În cadrul deducţiei matematice folosim *trei* simboluri distincte pentru frecvenţă: „frecvenţa relativă în clasele *finite*" va fi simbolizată prin semnul F''; „limita frecvenţelor relative dintr-un şir infinit de frecvenţe relative" prin semnul F' şi în sfîrşit conceptul de „probabilitate obiectivă" (a frecvenţei relative în cadrul unui şir „neregulat" sau „aleator") prin semnul F.

52. *Frecvenţa relativă în clase de referinţă finite*

Să considerăm o clasă α constituită dintr-un număr *finit* de elemente, de exemplu clasa aruncărilor cu zarul care au fost efectuate ieri cu acest zar. Clasa α pe care o presupunem ca fiind nevidă, o numim *clasă de referinţă* (finită). *Numărul* elementelor lui α (numărul său cardinal) îl desemnăm cu $N(\alpha)$. Fie pe de altă parte o a doua clasă β, care poate fi finită sau infinită.

Vom numi β *clasa de proprietăţi* şi, aplicat la cazul nostru, această clasă β poate fi, de exemplu, clasa tuturor aruncărilor cu zarul care au proprietatea cinci.

Clasa acelor elemente care aparţin atît lui α cît şi lui β (de exemplu clasa aruncărilor cu zarul efectuate ieri şi care au proprietatea cinci) o numim „clasa produs a lui α şi β"; o notăm cu $\alpha\cdot\beta$, citindu-se „atît α cît şi β", sau pe scurt „α şi β". Fiind o subclasă a lui α, $\alpha\cdot\beta$ nu poate conţine decît un număr finit de elemente (sau poate fi vidă). Cu $N(\alpha\cdot\beta)$ desemnăm numărul de elemente ale clasei $\alpha\cdot\beta$.

În timp ce prin N simbolizăm *numerele* (finite) de elemente, vom simboliza prin F'' *frecvenţele relative*. De exemplu, „frecvenţa relativă a proprietăţii β din cadrul clasei de referinţă α" se va scrie ${}_{\alpha}F''(\beta)$, ceea ce poate fi citit ca „frecvenţa α a lui β".

Putem deci da definiţia:

$$ {}_{\alpha}F''(\beta) = \frac{N(\alpha\cdot\beta)}{N(\alpha)} . \qquad \textit{(Definiţia 1)} $$

Aplicat la exemplul nostru, aceasta ar însemna: Frecvența relativă cu care a apărut în aruncările făcute ieri cu zarul trăsătura distinctivă „aruncare *avînd* proprietatea cinci" este, prin definiție, cîtul împărțirii numărului de „cinciuri" obținute în aruncările cu acest zar la numărul total de aruncări efectuate ieri cu acest zar*[1].

Din această definiție oarecum banală se pot deduce foarte ușor teoremele de „calcul al frecvențelor pentru clasele finite" (în speță teorema generală a multiplicării, teorema adunării și cea a împărțirii, respectiv regulile lui Bayes; cf. și anexa II). Este caracteristic pentru teoremele acestui calcul al frecvențelor și pentru calculul probabilităților, în general, că în cadrul lor nu apar numere cardinale (N-numere), ci numai frecvențe relative, deci raporturi sau F-numere. N-numere apar numai în *demonstrațiile* cîtorva teoreme fundamentale ce trebuie deduse nemijlocit din definiție, nu și în teoreme ca atare*[2].

Cu ajutorul unui extrem de simplu exemplu se va vedea cum trebuie înțeles acest lucru. (Alte exemple vor fi date în anexa II.)

Notînd prin $\bar{\beta}$ (a se citi „complementul lui β", sau, pe scurt, „non-β") clasa tuturor elementelor care nu aparțin de β, putem afirma:

$$_{\alpha}F''(\beta) + _{\alpha}F''(\bar{\beta}) = 1.$$

În timp ce această teoremă conține numai numere F, demonstrația sa conține numere N. Căci teorema decurge din definiția (1) cu ajutorul unei teoreme simple a calculului logic al claselor, potrivit căreia $N(\alpha\cdot\beta) + N(\alpha\cdot\bar{\beta}) = N(\alpha)$.

53. *Selecție. independență, insensibilitate, irelevanță*

Printre operațiile ce pot fi efectuate cu frecvențele relative în clasele finite, operația de *„selecție"*[1] prezintă o importanță aparte pentru cele ce urmează.

Fie o clasă de referință *finită* α (de exemplu clasa nasturilor dintr-o cutie) și două clase de proprietăți: β (nasturii roșii) și γ (nasturii mari). Putem deci considera clasa-produs $\alpha\cdot\beta$ ca pe o nouă *clasă de referință* și ne putem deci întreba cu privire la $_{\alpha\cdot\beta}F''(\gamma)$, adică cu privire la frecvența lui γ înăuntrul acestei noi clase de referință[2]. Clasa de referință $\alpha\cdot\beta$ o putem numi și „subclasa lui α, obținută ca rezultat al selecției elementelor avînd proprietatea β", căci o putem considera ca fiind obținută prin selecția din clasa α a tuturor acelor elemente (nasturi) care au proprietatea β (de a fi de culoare roșie).

---

*[1] Există desigur o legătură strînsă între definiția (1) și definiția clasică a probabilității conform căreia aceasta din urmă este cîtul obținut prin împărțirea cazurilor favorabile la numărul cazurilor egal posibile, dar definiția (1) trebuie distinsă net de definiția clasică; nu se presupune aici în nici un fel că elementele lui α sînt „egal posibile".

*[2] Prin alegerea unui număr de F-formule, din care pot fi derivate celelalte F-formule, obținem un *sistem axiomatic formal* al probabilității. Cf. și anexele II, *II, *IV și *V.

[1] R. von Mises folosește termenul de „alegere" (germ. *Auswahl*).

[2] „Teorema generală a împărțirii" dă un răspuns general la această problemă. (cf. anexa II).

În anumite condiţii este posibil ca γ să apară în cadrul clasei $\alpha\cdot\beta$ cu aceeaşi frecvenţă relativă ca în cadrul clasei de referinţă iniţiale α, deci se poate întîmpla ca

$$_{\alpha\cdot\beta}F''(\gamma)={}_{\alpha}F''(\gamma).$$

Dacă această relaţie este satisfăcută, vom spune (urmîndu-l pe Hausdorff[3]) că proprietăţile β şi γ sînt reciproc *„independente* în cadrul clasei de referinţă α". (Relaţia de independenţă este o relaţie ternară şi este simetrică pentru proprietăţile β şi γ[4].)

Dacă două proprietăţi β şi γ sînt reciproc independente în cadrul unei clase de referinţă, putem de asemenea afirma că proprietatea γ este „insensibilă" în cadrul clasei α faţă de selecţia elementelor β (sau că clasa de referinţă α, în raport cu proprietatea γ este insensibilă faţă de o selecţie efectuată în funcţie de proprietatea β).

Independenţa sau insensibilitatea reciprocă a lui β şi γ în cadrul clasei α poate fi reprezentată — din punctul de vedere al teoriei subiective — şi în felul următor. Dacă ni se comunică că un anumit element al clasei α posedă proprietatea β, această informaţie va fi „irelevantă" dacă β şi γ sînt reciproc independente în raport cu întrebarea dacă elementul respectiv are sau nu şi proprietatea γ[*1]; dacă însă ştim că de exemplu γ apare mai frecvent (sau mai rar) în cadrul subclasei $\alpha\cdot\beta$ selecţionată în funcţie de proprietatea β, decît în cadrul clasei α, atunci informaţia, că un anumit element are proprietatea β, va fi „relevantă" pentru evaluarea întrebării, dacă acest element are eventual şi această proprietate γ sau nu[5].

54. *Şiruri finite. Selecţie ordinală şi selecţie de vecinătate*

Să presupunem că elementele unei clase finite de referinţă α sînt numerotate (de exemplu scriem pe fiecare nasture cîte un număr) şi ordonate într-un

---

[3] HAUSDORFF, *„Berichte über die Verhandlungen der Ges. d. Wissenschaften zu Leipzig, mathem.-physik. Klasse"*, *53*, 1901, p. 158.

[4] Ea reprezintă chiar o triplă simetrie, adică pentru α, β şi γ dacă presupunem şi pe β şi γ ca fiind *finite*. Pentru demonstraţia simetriei cf. anexa II, (1[s]) şi (1[s]). *Această condiţie, ca β şi γ să fie finite, este insuficientă pentru o triplă simetrie. Este posibil ca în vechea notă 4 să fi presupus, în mod tacit, că β şi γ sînt mărginite de clasa de referinţe finită α, sau, încă mai verosimil, că α constituie domeniul nostru finit al discursului. (Aceste condiţii sînt insuficiente.) Următorul contraexemplu arată că condiţia formulată de mine în notă este insuficientă. Să luăm un univers de 5 nasturi: 4 sînt rotunzi (α), 2 sînt rotunzi şi negri ($\alpha\beta$), 2 sînt rotunzi şi mari ($\alpha\gamma$), 1 este rotund, negru şi mare ($\alpha\beta\gamma$), iar unul este pătrat, negru şi mare ($\alpha\beta\gamma$). În acest caz nu există o simetrie triplă, căci $_{\alpha}F''(\gamma)\neq{}_{\beta}F''(\gamma)$.

*1 Astfel orice informaţie privind existenţa unor proprietăţi este relevantă sau irelevantă dacă şi numai dacă proprietăţile în discuţie sînt dependente, respectiv independente. Relevanţa poate fi deci definită prin dependenţă, dar reciproca nu este valabilă. (Cf. şi următoarea notă şi nota *1 de la paragraful 55.)

[5] Keynes a obiectat împotriva teoriei frecvenţiale, deoarece credea că aceasta nu poate defini conceptul de „relevanţă". *În realitate, teoria subiectivă este cea care nu poate defini *independenţa* (obiectivă), ceea ce constituie o obiecţie serioasă, aşa cum arăt şi în *Postscriptum*, capitolul *II, în special paragrafele *40 pînă la *43.

şir corespunzător acestor numere ordinale. Într-un asemenea *şir* putem distinge tipuri speciale de selecţie, cele mai importante fiind selecţia ordinală şi selecţia de vecinătate.

Selecţia ordinală constă în aceea că într-un şir considerăm o trăsătură distinctivă a (numărului de ordine sau a) numărului elementului (de exemplu paritatea) ca fiind o proprietate (pe care o notăm cu β) şi operăm selecţia în funcţie de această proprietate. Elementele astfel selecţionate formează un „subşir selecţionat". Dacă proprietatea γ se dovedeşte a fi independentă în raport cu selecţia ordinală după β, vorbim de o *selecţie ordinală independentă* (în raport cu γ); spunem de asemenea că şirul α este (în raport cu proprietatea sa γ) insensibil faţă de o selecţie după β.

Selecţia de vecinătate se bazează pe faptul că prin dispunerea elementelor într-un şir se creează anumite relaţii de vecinătate. Putem, de exemplu selecţiona toate acele elemente al căror predecesor imediat are proprietatea γ, sau cele a căror pereche de predecesori sau al doilea succesor are proprietatea λ ş.a.m.d.

Dacă avem un şir de evenimente (de exemplu un şir de aruncări cu o monedă), trebuie să facem distincţia între felurile de proprietăţi: proprietăţi primare (de exemplu „capul" şi „pajura") pe care le are fiecare element, independent de poziţia sa în cadrul şirului, şi *proprietăţi ordinale* (de exemplu, „par" sau „succesorul unei aruncări cu pajura" etc.) ce pot fi atribuite elementului datorită poziţiei sale în cadrul şirului.

Vom numi *alternativă* orice şir cu două proprietăţi primare. După cum a arătat şi von Mises, cu o oarecare prudenţă putem dezvolta consideraţiile esenţiale ale teoriei probabilităţii şi ca o teorie a alternativelor, fără ca valabilitatea ei generală să fie sacrificată. Desemnînd cele două proprietăţi primare ale unei alternative prin cifrele „1" şi „0", orice alternativă poate fi reprezentată ca un şir format din unităţi şi zerouri.

Alternativele pot avea o structură „regulată" sau una mai mult sau mai puţin „neregulată"; în cele ce urmează, vom analiza mai amănunţit structura anumitor alternative finite*[1].

55. *n-Libertate în şiruri finite*

Luăm o alternativă finită α, constituită de exemplu din o mie de unuri şi zerouri, dispuse regulat în modul următor:

$$1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0 \ldots \qquad (\alpha)$$

În această alternativă avem o *distribuţie egală*, adică frecvenţa relativă a lui 1 şi 0 este egală. Dacă notăm frecvenţa relativă a proprietăţii „1" prin ${}_{\alpha}F''(1)$, iar cea a proprietăţii „0" prin ${}_{\alpha}F''(0)$, putem scrie:

$$ {}_{\alpha}F''(1) = {}_{\alpha}F''(0) = \frac{1}{2} \qquad (1)$$

---

*[1] Recomand ca la o primă lectură să se treacă peste paragrafele 55 pînă la 64, sau poate doar peste paragrafele 56 pînă la 64. Ar fi poate chiar mai recomandabil ca de aici sau de la sfîrşitul paragrafului 55 să se treacă imediat la capitolul X.

În continuare putem selecţiona din clasa α toţi termenii a căror proprietate ordinală [proprietatea de vecinătate] constă în a fi „succesor nemijlocit al unui 1 (în cadrul şirului α)"; dacă notăm această proprietate cu „β", putem numi subşirul selecţionat „$\alpha \cdot \beta$". El va avea structura:

$$1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0 \ldots \qquad (\alpha \cdot \beta)$$

Însă şi acest şir este o alternativă cu distribuţie egală; prin aceasta nu s-a modificat aşadar nici frecvenţa relativă a proprietăţii primare „1", nici cea a proprietăţii primare „0"; avem deci:

$$_{\alpha \cdot \beta}F''(1) = {}_{\alpha}F''(1); \qquad _{\alpha \cdot \beta}F''(0) = {}_{\alpha}F''(0) \qquad (2)$$

În concordanţă cu cele spuse la paragraful 53, putem afirma că proprietăţile primare ale alternativei α sînt *insensibile* la selecţia operată după proprietatea β, sau, mai pe scurt, alternativa α este insensibilă faţă de o selecţie operată după proprietatea β.

Deoarece fiecare al doilea element al şirului are ori proprietatea de a fi „succesorul unui unu" ori pe aceea de a fi „succesorul unui zero", putem desemna această a doua proprietate cu $\bar{\beta}$. Dacă operăm o selecţie în funcţie de $\bar{\beta}$, obţinem următoarea alternativă:

$$0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \ldots \qquad (\alpha \cdot \bar{\beta})$$

Acest şir prezintă o mică abatere de la distribuţia egală, în sensul că începe cu 0 şi sfîrşeşte cu 0 (deoarece, datorită distribuţiei egale, alternativa α se termină cu „00"); dacă α conţine 2 000 elemente, $\alpha \cdot \bar{\beta}$ va conţine 500 zerouri, însă numai 499 unuri. Astfel de abateri de la distribuţia egală (şi de la alte distribuţii), care se produc numai datorită primelor şi ultimelor elemente ale şirului, pot fi oricît de mult reduse, dacă lungim şirul în măsură suficientă. Atît aici, cît şi în cele ce urmează voi neglija aceste abateri, căci aceste investigaţii sînt efectuate în scopul de a fi extinse asupra şirurilor infinite, pentru care astfel de abateri dispar. De aceea vom spune şi despre alternativa $(\alpha \cdot \bar{\beta})$ că prezintă distribuţie egală, iar despre alternativa α că este *insensibilă* faţă de o selecţie a elementelor în funcţie de proprietatea $\bar{\beta}$. Prin urmare, α (adică frecvenţa relativă a proprietăţilor sale primare) este insensibilă faţă de selecţii operate în funcţie de β şi $\bar{\beta}$; putem spune de asemenea: α este „insensibilă faţă de toate selecţiile operate în raport cu proprietatea *predecesorului nemijlocit*".

Această insensibilitate este în mod evident caracteristică anumitor aspecte din structura alternativei α, datorită cărora α se deosebeşte de alte alternative; alternativele $(\alpha \cdot \beta)$ şi $(\alpha \cdot \bar{\beta})$ *nu* sînt, de exemplu, insensibile faţă de o selecţie operată în funcţie de proprietatea unui predecesor.

Putem investiga acum alternativa α, pentru a vedea dacă ea este insensibilă faţă de alte selecţii, în special faţă de selecţii operate în funcţie de proprietatea unei *perechi de predecesori*. Astfel putem selecţiona din α toate elementele care sînt succesorii unei perechi „1,1". Observăm imediat că α *nu* este insensibilă faţă de *nici* o selecţie efectuată în funcţie de una din cele patru perechi posibile („1,1"; „1,0"; „0,1"; „0,0"). În fiecare din aceste cazuri, subşirurile se-

lecționate nu prezintă o distribuție egală, ele constînd, dimpotrivă, din „iterații“ (sau „blocuri“) pure, adică numai din zerouri sau numai din unuri.

Faptul că șirul α este insensibil față de o selecție efectuată în funcție de predecesorii singulari și sensibil față de o selecție în funcție de perechi de predecesori, poate fi exprimat — din punctul de vedere al teoriei subiective — și în modul următor: O informație despre proprietatea predecesorului unui element din α este „irelevantă“ pentru problema proprietății acestui element. Dimpotrivă, o informație despre cele două proprietăți ale *perechii* de predecesori prezintă o „relevanță“ maximă; căci aceasta ne permite, cu ajutorul legii de formare a lui α să *prevedem* proprietatea elementului în cauză, informația privind cele două proprietăți ale perechii de predecesori constituind, ca să spunem așa, o „condiție inițială“ pentru deducția predicției. (Legea după care este construit α cere indicarea a două proprietăți ca „condiție inițială“; ea este, așadar, „bidimensională“ în privința acestor proprietăți; căci indicarea *unei* singure proprietăți este „irelevantă“, fiind prea puțin complexă pentru a constitui o condiție inițială[*1]; cf. paragraful 38.)

Ținînd seama de strînsa legătură existentă între conceptul de „efect“ (cauzalitate) și cel de deducție a predicțiilor, voi folosi următoarea terminologie. În loc de a spune: „alternativa α este insensibilă față de o selecție făcută în funcție de un predecesor individual“, voi spune: „α este liberă de orice efect provenind din predecesorii individuali“, sau, mai pe scurt: „α este 1-liber“, și în loc de a spune că „α *nu* este insensibil față de selecții operate în funcție de *perechi* de predecesori“, vom spune: „α *nu este 2-liber*“[*2].

Utilizînd ca model alternativa 1-liberă α, putem construi ușor și alte șiruri (tot cu distribuție egală) care să nu fie numai 1-libere, ci 2-libere, 3-libere etc. Ajungem astfel la conceptul de *n-libertate*, concept de o importanță fundamentală. Mai precis, spunem despre un șir că este *n-liber*, dacă și numai dacă frecvențele relative ale proprietăților sale fundamentale sînt insensibile față de orice selecție făcută în funcție de predecesori individuali, *și* față de perechi de predecesori *și* ... față de n-upli de predecesori[1].

[*1] Din aceasta se poate vedea din nou că termenii „relevant“ și „irelevant“ care joacă în teoria subiectivă un rol așa de mare, sînt derutanți. Căci dacă p este irelevant și de asemenea q, atunci este destul de surprinzător să auzi că $p \cdot q$ poate avea o relevanță foarte mare. Vezi și anexa *IX, în special punctele 5 și 6 din Prima notă.

[*2] Ideea de a distinge vecinătăți în funcție de mărimea lor și de a opera cu selecții după vecinătate bine definite, îmi aparține. Termenul de „liber față de influența predecesorilor“ (germ. *nachwirkungsfrei*) provine de la Smoluchowski. Acesta, împreună cu Reichenbach, folosește termenul în sensul absolut de „indiferent față de o selecție operată în funcție de *orice* grupuri de predecesori“. Ideea de a introduce un concept ce poate fi *definit recursiv*, cel de 1-libertate, 2-libertate, ... și n-libertate, și de a utiliza astfel metoda recursivă pentru analiza selecțiilor după vecinătate și în special pentru *construcția șirurilor aleatoare*, îmi aparține. (Am folosit aceeași metodă recursivă și pentru definirea independenței reciproce a n evenimente.) Această metodă diferă total de cea a lui Reichenbach, deși utilizează unul din termenii săi într-o accepțiune modificată. Vezi și nota 4 de la paragraful 58 și în special nota 2 de la paragraful 60.

[1] După cum mi-a comunicat dr. K. Schiff, această definiție poate fi simplificată, fiind suficient să se ceară indiferență față de selecția oricărui n-uplu de predecesori (pentru un n dat); apoi se poate lesne demonstra insensibilitatea față de o selecție de n-1-upli (etc.).

O alternativă α 1-liberă poate fi construită prin repetarea „perioadei generatoare"

1 1 0 0 ... (A)

de cîte ori dorim.

Tot astfel obţinem o alternativă 2-liberă (cu distribuţie egală) dacă considerăm drept baza sa perioada generatoare

1 0 1 1 1 0 0 0 ... (B)

O alternativă 3-liberă se obţine din perioada generatoare

1 0 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0... (C)

iar o alternativă 4-liberă din perioada generatoare

0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1 1... (D)

Se poate remarca că impresia de „lipsă de regularitate" a şirului creşte odată cu creşterea numărului n al n-libertăţii sale.

Perioada generatoare a unei alternative n-libere cu distribuţie egală trebuie să conţină cel puţin 2^{n+1} elemente. Perioadele menţionate pot fi începute desigur şi în alt loc; de exemplu (C) poate fi începută de la al patrulea element:

1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 ... (C')

Există însă şi alte transformări care nu modifică n-libertatea unui şir. Vom descrie în altă parte o metodă care permite construirea de perioade generatoare de şiruri n-libere (pentru orice n)*3.

Dacă la o astfel de perioadă generatoare a unei alternative n-libere mai adăugăm încă n elemente din perioada următoare, apare o secvenţă avînd lungimea de $2^{n+1}+n$, care, printre altele, are proprietatea că fiecare combinaţie de $n+1$ zerouri şi unuri, deci orice $n+1$-uplu posibil apare cel puţin *o dată**4.

56. *Şiruri de segmente. Prima formă a formulei binomiale*

Dat fiind un şir finit α, vom numi „segment al lui α de lungime n" sau pe scurt „*n-segment* al lui α" un subşir al lui α compus din n elemente consecutive. Dacă

*3 Cf. nota 1 de la anexa IV. Rezultatul este un şir de lungime 2^n+n-1, astfel construit, încît prin omiterea ultimelor sale $n-1$ elemente obţinem o perioadă generatoare pentru o alternativă m-liberă, unde $m=n-1$.

*4 Consider ca adecvată următoarea definiţie aplicabilă la orice alternativă dată A, lungă, însă finită, avînd o distribuţie egală. Fie N lungimea lui A şi n cel mai mare număr întreg, astfel încît $2^{n+1} \leq N$. Atunci A este numit *perfect aleator*, dacă şi numai dacă frecvenţa relativă a apariţiei oricărei perechi date, a oricărui 3-uplu, ... m-uplu (pînă la $m=n$) se abate de la frecvenţa relativă a apariţiei oricărei alte perechi, oricărui 3-uplu, ... m-uplu, cu cîte maximum $m/N^{\frac{1}{2}}$. Această definiţie ne permite să afirmăm despre o alternativă A dată, că este aproximativ aleatoare, şi ne permite să definim chiar un grad de aproximaţie. O definiţie diferenţiată se poate formula cu ajutorul metodei menţionată de mine la punctele 8 şi urm. din cea de-a treia notă din anexa *IX. (Calcularea valorii maxime a funcţiei mele E.)

în afara şirului α este dat un anumit număr n, putem ordona n-segmente ale lui α într-un nou şir, *şirul de n-segmente al lui* α. Dacă pentru acest şir utilizăm toate n-segmentele lui α, astfel încît primul element din acest şir de n-segmente să fie tocmai acel n-segment care conţine elementele 1 pînă la n ale lui α, cel de-al doilea element să fie acel n-segment care conţine elementele 2 pînă la $n+1$, şi în general elementul al x-lea să constituie acel n-segment care conţine elementele lui α cu numerele x pînă la $x+n-1$, atunci obţinem un *şir de n-segmente care se acoperă* al lui α. Această denumire indică că n-1 elemente ale şirului iniţial α apar laolaltă în cîte 2 segmente consecutive, astfel încît segmentele consecutive se acoperă.

Prin selecţia ordinală putem obţine dintr-un şir de n-segmente care se suprapun alte şiruri de n-segmente, în special *şiruri de n-segmente adiacente*. Acestea conţin numai acele n-segmente, care se leagă fără intermediari în α, ca de exemplu segmentele formate din elementele şirului iniţial cu numerele 1 pînă la n, $n+1$ pînă la $2n$, $2n+1$ pînă la $3n$ etc. În termeni generali, un astfel de şir de segmente adiacente va începe cu elementul k al lui α, iar segmentele sale vor conţine elementele lui α cu numerele k pînă la $n+k-1$, $n+k$ pînă la $2n+k-1$, $2n+k$ pînă la $3n+k-1$ ş.a.m.d.

În cele ce urmează vom nota şirurile de n-segmente ale lui α care se suprapun cu $\alpha_{(n)}$, iar şirurile de n-segmente adiacente cu α_n.

Să privim mai atent şirurile de segmente ale lui $\alpha_{(n)}$ care se suprapun. Fiecare element dintr-un astfel de şir de segmente este un n-segment al lui α. Ca proprietate (proprietate fundamentală) a unui element putem de exemplu considera n-uplul ordonat de zerouri şi de unuri din care constă segmentul. Putem proceda însă şi simplificînd, considerînd ca proprietate a segmentului *numărul său de unuri* (indiferent de ordinea în care sînt dispuse zerourile şi unurile). Notăm acest număr cu m (avînd m $m \leqslant n$).

Fiecare şir $\alpha_{(n)}$ poate fi considerat o *alternativă*, în sensul că se alege un anumit număr m şi se atribuie fiecărui element al şirului $\alpha_{(n)}$ proprietatea „m" dacă segmentul respectiv conţine exact un număr m de unuri (şi deci un număr de n-m zerouri), în caz contrar li se atribuie proprietatea „$\bar{m}$" (non-m). Orice element al lui $\alpha_{(n)}$ trebuie atunci să aibă una sau alta din aceste două proprietăţi.

Să ne imaginăm acum din nou o alternativă finită α, avînd proprietăţile fundamentale „1" şi „0". Fie frecvenţa unurilor ${}_\alpha F''(1)$ egală cu p, cea a zerourilor ${}_\alpha F''(0)$ egală cu q; nu presupunem că există o distribuţie egală.

Fie această alternativă *cel puţin n*-1-liberă (n fiind un număr natural ales arbitrar). Putem pune atunci întrebarea: Cu ce frecvenţă apare în şirul $\alpha_{(n)}$ proprietatea „m"? Sau, cu alte cuvinte: care va fi valoarea lui ${}_{\alpha_{(n)}}F''(m)$?

Dacă nu presupunem altceva decît că α este cel puţin n-1-liber, atunci se poate răspunde la această întrebare cu ajutorul aritmeticii elementare. Formula următoare (pe care o voi demonstra în anexa III) dă răspunsul:

$$ {}_{\alpha_{(n)}}F(m) = \binom{n}{m} p^m q^{n-m} \tag{1} $$

Partea dreaptă a formulei (1) a fost dată, în alt context, de Newton, motiv pentru care o voi numi *prima formulă newtoniană*.

Cu derivarea acestei formule închei pentru moment considerațiile privind teoria frecvențelor în clasele de referință *finite*. Formula ne oferă o bază pentru examinarea axiomei hazardului.

57. *Șiruri infinite. Estimări ipotetice privind frecvența*

Rezultatele obținute pentru șirurile finite *n*-libere pot fi lesne generalizate și la șiruri infinite *n*-libere, definite de exemplu prin indicarea unei „perioade generatoare" (cf. paragraful 55). [O astfel de clasă de referință infinită corespunde aproximativ unui „colectiv" în sensul lui von Mises*1.]

Conceptul de *n*-libertate îl presupune pe cel de frecvență relativă, căci frecvența relativă a unei proprietăți este cea care trebuie să rămînă insensibilă față de selecția operată în raport cu anumiți predecesori.

În teoremele noastre despre șirurile infinite se va utiliza, însă numai temporar (pînă la paragraful 64), noțiunea de *valoare limită a frecvențelor relative* (notată prin F') în locul celei de frecvență relativă în clasele de referință (notată prin F''). Folosirea acestui concept nu ridică nici o problemă, cît timp vom limita investigațiile noastre la șirurile de referință a căror *regulă matematică de construcție* este dată. Pentru astfel de șiruri de referință vom putea întotdeauna stabili dacă șirul corespondent de frecvențe relative este convergent sau nu. Conceptul de valoare limită a frecvențelor relative duce la dificultăți numai în cazul acelor șiruri de referință pentru care nu este dată o regulă matematică de construcție a acestora, o „indicație privind producerea" lor, ci doar o *regulă empirică* [de exemplu una definită prin aruncările cu moneda]. Pentru aceste cazuri conceptul de limită nu este definit (cf. paragraful 51).

---

*1 Ajung aici la punctul în care nu am reușit să realizez complet programul meu intuitiv formulat: inițial doream să efectuez analiza caracterului aleator pe cît posibil în domeniul șirurilor *finite*, urmînd ca abia apoi să trec la șirurile de referință *infinite* (pentru care avem nevoie de *valori limită* ale frecvențelor relative), pentru a putea dezvolta o teorie, în care existența unor limite ale frecvenței să decurgă din caracterul aleator al șirului. Aș fi putut realiza ușor programul, dacă pentru următoarea fază a analizei aș fi ales construcția de șiruri (finite) n-libere de *lungime minimă* pentru un *n* în creștere, așa cum am făcut în vechea anexă IV. Se poate arăta atunci cu ușurință că dacă *n* crește nelimitat, șirurile devin infinite și frecvențele se transformă fără nici o altă ipoteză suplimentară în valori limită ale frecvenței. (Vezi nota *2 de la anexa IV, precum și noua anexă *VI.) Toate acestea ar fi simplificat paragrafele următoare, însă ele își păstrează totuși importanța lor. Acest mod de abordare ar fi soluționat complet și fără supoziții suplimentare problemele paragrafelor 63 și 64, căci odată ce existența valorilor limită devine demonstrabilă, nu mai este necesar să se apeleze la punctele de acumulare.

Toate aceste îmbunătățiri aduse, nu depășesc însă cadrul teoriei frecvențiale pure: în măsura în care nu definesc o normă ideală a dezordinii obiective, ne putem lipsi de ele, dacă dăm formalismului neoclasic (al teoriei măsurătorilor) o interpretare a probabilității ca măsură a tendinței de realizare (vezi *53 și urm. din *Postscriptum*). Însă chiar și în acest caz mai este necesar să se vorbească despre ipoteze de frecvență, despre estimări ipotetice și despre testarea lor statistică; de aceea prezentul paragraf, cît și o bună parte a celorlalte pînă la paragraful 64 rămîn relevante.

Iată un exemplu de regulă matematică privind producerea unui şir: „al n-lea element al şirului α are proprietatea 0 atunci şi numai atunci, cînd n este divizibil la 4". Astfel este definită alternativa infinită

$$1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0 \ldots \qquad (\alpha)$$

avînd drept valori limită ale frecvenţelor relative ${}_{\alpha}F'(1) = \frac{3}{4}$ şi ${}_{\alpha}F'(0) = \frac{1}{4}$. Şirurile care sînt definite prin reguli matematice de producere le voi numi pe scurt „şiruri matematice".

Iată în schimb un exemplu de regulă empirică de producere a unui şir empiric: „al n-lea element al şirului are proprietatea 0 dacă şi numai dacă a n-a aruncare cu moneda M are proprietatea pajură". Însă regulile empirice nu trebuie să determine întotdeauna şiruri cu „caracter aleator"; vom numi „empirică" şi următoarea regulă: „Cel de-al n-lea element al şirului are proprietatea 1 dacă şi numai dacă pendulul P se află în secunda n (calculată de la un anumit moment 0) la stînga acestei linii despărţitoare".

Ultimul exemplu arată că în anumite condiţii este posibilă înlocuirea unei reguli empirice prin una matematică, de exemplu pe baza unei ipoteze şi a anumitor măsurători la care este supus pendulul, adică putem aproxima şirul empiric prin unul matematic cu un grad de exactitate care să corespundă sau nu scopului urmărit. În acest context ne interesează în mod deosebit posibilitatea (uşor de remarcat în exemplul nostru) de a aproxima *relaţiile de frecvenţă* ale unui şir empiric prin cele ale unui şir matematic.

Împărţirea şirurilor în şiruri matematice şi empirice nu este una „extensională", ci una „intensională": dacă ne este dat un segment oricît de lung al unui şir format prin enumerarea succesivă a elementelor individuale, adică în mod „extensional", nu vom putea determina niciodată, pe baza proprietăţilor acestui segment, dacă este vorba de un şir matematic sau de unul empiric. Numai dacă ne este dată o regulă de producere — o regulă intensională — putem stabili dacă un şir este matematic sau empiric.

Deoarece vreau să aplic conceptul de valoare limită a frecvenţelor relative la şirurile infinite, trebuie să limitez cercetarea mea la şirurile matematice şi anume la acelea al căror şir corespondent de frecvenţe relative este convergent. Această restricţie cere implicit introducerea unei *axiome de convergenţă* (*axiomă a limitei*). Problemele legate de această axiomă vor fi tratate abia în paragrafele 63 pînă la 66, căci este convenabil să le discutăm în legătură cu „legea numerelor mari" şi cu deducţia acesteia.

Dacă ne ocupăm deci *numai de şiruri matematice*, atunci ne interesează doar acelea despre care presupunem că aproximează relaţiile frecvenţelor relative ale şirurilor empirice cu „caracter aleator"; deci acele şiruri care prezintă relaţii de frecvenţă similare cu acestea. Însă o astfel de „supoziţie", de încercare de aproximare a unui şir empiric printr-unul matematic nu este nimic altceva decît o *ipoteză*[1] despre relaţiile de frecvenţă proprii şirului empiric.

Faptul că estimările de frecvenţă în şirurile empirice „aleatoare" sînt ipoteze nu are nici o influenţă asupra *calculelor* cu aceste frecvenţe. Căci, în cazul

[1] La această problemă („problema decidabilităţii"), dacă şi cum poate fi testată această supoziţie, această ipoteză (dacă poate fi coroborată în vreun fel, dacă este falsificabilă), vom mai reveni; cf. paragrafele 65 pînă la 68. *Cf. şi anexa *IX.

claselor *finite*, este evident că pentru calculul frecvenţelor, modul în care am ajuns la estimările de frecvenţă este absolut irelevant. Aceste estimări ale frecvenţelor se pot obţine pe baza unor numărări empirice, pe baza unor reguli matematice sau a unor ipoteze. Le putem chiar pur şi simplu inventa. În calcularea frecvenţelor se acceptă anumite estimări de frecvenţă ca fiind date şi se deduc în mod tautologic alte frecvenţe.

Acelaşi lucru este valabil şi pentru estimările de frecvenţe în şirurile de referinţă *infinite*. Deci problema din ce surse pot fi deduse estimările ipotetice de frecvenţă, nu constituie o problemă a *calculului* probabilităţilor; totuşi este oportun ca ea să nu fie exclusă din discuţia problemei probabilităţii.

În cazul şirurilor empirice infinite putem distinge două surse principale ale estimărilor noastre ipotetice de frecvenţe, anume una bazată pe o ipoteză a distribuţiei egale şi alta bazată pe extrapolări statistice.

Ipotezele distribuţiei egale se întemeiază de obicei pe consideraţii legate de simetrie[2]. Pentru diverse proprietăţi fundamentale se consideră ipotetic aceleaşi frecvenţe relative. (Un exemplu tipic îl constituie presupunerea ipotezei distribuţiei egale în jocul cu zarul, datorită echivalenţei simetrice a celor şase feţe ale zarului.)

Pentru ipotezele de frecvenţă bazate pe *extrapolări statistice* se pot da ca exemplu estimările privind ratele de mortalitate. În acest caz se extrapolează datele statistice despre mortalitate, iar estimarea se face pe baza ipotezei că tendinţele din trecut vor continua să fie destul de stabile, adică relaţiile de frecvenţă din trecut, înregistrate empiric, nu se vor modifica prea mult.

Teoreticienii care se situează pe poziţiile logicii inductive sînt înclinaţi să uite adesea elementul ipotetic din aceste estimări. Ei confundă adesea estimările ipotetice, predicţiile despre frecvenţe întemeiate pe extrapolări statistice, cu una din bazele acestora, anume înregistrarea empirică a şirurilor de evenimente trecute. Dacă „derivăm" însă dintr-o astfel de înregistrare cum ar fi statistica privind rata de mortalitate estimări de probabilitate, respectiv predicţii asupra frecvenţei, nu poate fi vorba de o deducţie justificată din punct de vedere logic; dimpotrivă, nu sîntem decît în posesia unei *ipoteze* neverificabile, care nu are nici o justificare logică, conform căreia relaţiile de frecvenţă prezintă o anumită *constanţă*, ceea ce permite efectuarea extrapolării. Teoreticienii logicii inductive vor de cele mai multe ori să explice empiric şi estimările distribuţiei egale, considerîndu-se că se bazează pe experienţe statistice, adică pe frecvenţe observate empiric. Eu cred însă, că în efectuarea acestor estimări ipotetice de frecvenţă ne lăsăm deseori conduşi nemijlocit de consideraţii de simetrie şi de alte consideraţii similare. Nu văd nici un motiv, pentru care ne-am conduce totdeauna numai de materialul oferit de observaţiile inductive. Oricum, eu nu acord prea mare importanţă acestei probleme genetice privind „sursele" evaluărilor noastre. (Cf. paragraful 2.) Mai importantă este, după părerea mea, necesitatea clarificării faptului, că fiecare predicţie estimativă a frecvenţei pentru şiruri empirice infinite, deci şi cea obţinută prin extrapolare statistică, are un caracter ipotetic, adică depăşeşte cu mult ceea ce sîntem în drept să afirmăm pe baza observaţiilor noastre.

---

[2] De astfel de probleme se ocupă şi Keynes cînd analizează *principiul indiferenţei*.

Distincţia pe care o fac între ipotezele distribuţiei egale şi extrapolările statistice corespunde întrucîtva distincţiei clasice dintre *„probabilitate apriori"* şi *„probabilitate aposteriori"*. Deoarece însă aceşti termeni se folosesc în accepţiuni foarte diferite[3] şi au şi implicaţii filozofice, prefer să-l evit.

Discuţia ce urmează privind axioma hazardului constituie o încercare de aproximare a şirurilor empirice aleatorii prin şiruri matematice, ea putînd fi considerată prin urmare ca o examinare a ipotezelor despre frecvenţe*[2].

58. *Discuţie privind axioma hazardului*

În paragrafele 54 şi 55 am discutat deja conceptele de selecţie ordinală şi selecţie de vecinătate. Cu ajutorul acestora vreau să examinez axioma hazardului a lui von Mises („principiul sistemului de joc exclus") şi să încerc înlocuirea acesteia printr-o cerinţă mai slabă. R. von Mises defineşte prin această axiomă conceptul de „colectiv": el cere ca valorile limită ale frecvenţelor din cadrul unui colectiv să fie insensibile faţă de orice selecţie sistematică. (Fiecare „sistem de joc" poate fi considerat ca un sistem de selecţie.)

Criticile referitoare la această axiomă se concentrează în special asupra unui aspect relativ neimportant şi superficial al formulării ei: ţinînd seama de faptul că, de exemplu, şi alegerea tuturor aruncărilor care dau proprietatea cinci constituie o „selecţie" şi că printr-o astfel de selecţie se modifică, desigur, foarte mult valorile limită ale frecvenţelor, von Mises vorbeşte în formulările sale privind axioma hazardului[1] de „alegeri" (= selecţii), care sînt „independente de rezultatul" respectivei aruncări cu zarul, fiind definite astfel fără a se face uz de proprietatea de bază a elementului ce urmează a fi selecţionat. Însă toate atacurile îndreptate împotriva acestei formulări[2], pot fi respinse prin evidenţierea faptului că axioma hazardului a lui von Mises poate fi formulată fără a se utiliza expresia contestată[3], şi anume în felul următor: Valorile limită ale frecvenţelor unui colectiv să fie insensibile faţă de orice selecţie ordinală sau de vecinătate, precum şi faţă de toate combinaţiile acestor două metode de selecţie*[1].

---

[3] BORN ŞI JORDAN, în *Elementare Quantenmechanik*, 1930, p. 308, folosesc primul din aceşti termeni pentru desemnarea ipotezei distribuţiei egale. A. A. Tschuprow foloseşte în schimb termenul de „probabilitate a priori" pentru toate ipotezele de frecvenţă, pentru a le deosebi de testarea lor statistică (obişnuită „a posteriori") prin numărare empirică.

*[2] Tocmai în aceasta constă programul menţionat în nota *1 şi realizat în anexele *IV, *VI.

[1] Cf. de exemplu von MISES, *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*, 1928, p. 25.

[2] Cf. de exemplu FEIGL, *„Erkenntnis"*, *1*, 1930, p. 256, unde această formulare este descrisă ca fiind „inexprimabilă din punct de vedere matematic"; similară este şi critica lui REICHENBACH din *„Mathematische Zeitschrift"*, *34*, 1932, p. 594 şi urm.

[3] Aşa cum observă de altfel şi Dörge, care însă nu dezvoltă mai departe ideea.

*[1] Aici ar fi trebuit să adaug: „... în măsura în care astfel de combinaţii pot fi utilizate pentru construcţia unui sistem de joc". Cf. nota 5 din prezentul paragraf şi nota *3 de la paragraful 60.

În cazul unei astfel de formulări dispar, ce-i drept, dificultăţile menţionate, însă altele mai persistă. În speţă, ar fi imposibil de demonstrat, că conceptul de „colectiv“, definit printr-o astfel de axiomă a hazardului, este necontradictoriu, deci că extensiunea sa este *nevidă*. (Necesitatea unei astfel de demonstraţii o subliniază Kamke[4].) În orice caz pare exclus să se poată da un *exemplu* de „colectiv“ şi să se demonstreze astfel faptul că există colective. Căci un exemplu de şir infinit care satisface anumite condiţii poate fi construit numai cu ajutorul unei reguli matematice. Or, un „colectiv“ în sensul lui von Mises nu poate avea prin definiţie nici o regulă de construcţie, deoarece aceasta ar putea fi întotdeauna utilizată ca „sistem de joc“ (sistem de selecţie). Această obiecţie pare să fie de nedepăşit dacă toate sistemele de joc sînt excluse*[2].

Se mai poate ridica încă o obiecţie împotriva excluderii tuturor sistemelor de joc, anume aceea că se cere astfel *prea mult*. Cînd urmează să axiomatizăm un sistem de enunţuri — în cazul nostru, teoremele calculului probabilităţilor, în particular teorema multiplicării, respectiv teorema lui Bernoulli — axiomele alese ar trebui să fie nu numai suficiente pentru derivarea teoremelor sistemului, ci şi *necesare*. Or, se poate arăta că pentru deducerea teoremei lui Bernoulli şi a corolarului său nu este necesară excluderea *tuturor* sistemelor de selecţie, fiind suficient să postulăm excluderea unei clase speciale de selecţii de vecinătate. Este suficient, anume, ca şirul să fie insensibil faţă de toate fselecţiile relative la *n*-upli de predecesori aleşi în mod arbitrar, adică să ie *n-liber de influenţa predecesorilor pentru fiecare n*, sau, mai pe scurt, să fie *„absolut liber“*.

Propun de aceea înlocuirea principiului lui von Mises al „sistemului de joc exclus“ prin condiţia mai slabă a „libertăţii absolute“, adică a *n*-libertăţii pentru oricare *n*, definind în consecinţă şirurile matematice „aleatorii“ prin această condiţie. Principalul avantaj al acestei propuneri constă în aceea că nu se exclud *toate* „sistemele de joc“; este posibil astfel să fie date exemple, prescripţii (reguli) de producere pentru şiruri absolut libere (cf. anexa IV, a). Se evită astfel şi obiecţia lui Kamke discutată anterior. Se poate demonstra că noţiunea de şiruri matematice „aleatoare“, propusă de mine, nu este vidă şi, prin urmare, este necontradictorie*[3].

Poate pare ciudat că încercăm să calchiem caracteristicile neregulate ale şirurilor aleatoare prin şiruri matematice ce se supun unor reguli foarte stricte. La o primă vedere, axioma hazardului a lui von Mises pare mai plauzibilă: este plauzibil că şirurile aleatoare nu prezintă nici o regularitate, respectiv că orice încercare de falsificare a unei presupuse regularităţi prin examinarea

---

[4] KAMKE, *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie*, 1932, cf. de exemplu p. 147 şi *„Jahresbericht der Deutschen mathem. Vereinigung“*, *42*, 1932. Obiecţia lui Kamke trebuie aplicată şi la încercarea lui Reichenbach de a îmbunătăţi axioma hazardului prin introducerea *„şirurilor normale“*, căci el nu reuşeşte să demonstreze că acest concept *nu este vid*. Cf. REICHENBACH, *Axiomatik der Wahrscheinlichkeitsrechnung*, în *„Mathematische Zeitschrift“*, *34*, 1932, p. 606.

*[2] Obiecţia poate fi însă depăşită, dacă orice mulţime *numărabilă* dată de sisteme de joc este exclusă, căci în acest caz se poate construi prin intermediul unei metode diagonale un exemplu. Vezi în paragraful *54 din *Postscriptum* (textul după nota 5) unde se face referinţă la A. Wald.

*[3] Referinţa făcută în anexa IV este foarte importantă în acest context. De asemenea alineatul următor din text răspunde majorităţii obiecţiilor făcute împotriva teoriei mele.

segmentelor următoare ale şirului va reuşi în cele din urmă. Însă acest argument intuitiv serveşte totodată şi propunerii mele, căci şirurile aleatoare [dacă nu prezintă nici o regularitate] *nu vor aparţine* în mod evident *vreunui tip particular* de şiruri construite în mod regulat. Iar condiţia noastră de „libertate absolută“ nu face decît să excludă un tip particular de şiruri regulate, chiar dacă este unul important.

Că este vorba de un tip important reiese şi din faptul că prin condiţia de „libertate absolută“ sînt excluse implicit şi următoarele trei tipuri de sisteme de joc (vezi şi paragraful următor): selecţiile de vecinătate „normale“ [sau „pure“]*4, adică selecţiile de vecinătate ale căror elemente ce urmează a fi selecţionate se disting printr-o caracteristică constantă a proprietăţilor vecinătăţii lor; selecţiile ordinale „normale“, care selecţionează elementele aflate la intervale constante (de exemplu elementele numărate k, $n+k$, $2\,n+k$ ... etc); şi, în fine, [numeroase*5] combinaţii ale acestor două tipuri de selecţie (de exemplu fiecare al n-lea element va fi selecţionat, însă numai atunci, cînd vecinătatea sa are anumite caracteristici constante bine specificate [sau, mai exact, cînd vecinătatea sa este marcată de o caracteristică constantă]). Aceste tipuri de selecţie se caracterizează prin faptul că ele nu se referă la un element absolut iniţial al şirului, ci conduc la acelaşi subşir selecţionat şi dacă numerotarea şirului iniţial începe la un alt element potrivit. Prin urmare noi *am exclus acele sisteme de joc* pentru a căror aplicare nu este necesară cunoaşterea primului element absolut al şirului. Ele sînt invariante faţă de anumite transformări (lineare), ele constituie (cf. paragraful 43) *sistemele de joc simple.* Nu sînt excluse prin cerinţa libertăţii absolute decît*6 asemenea sisteme de joc care iau în considerare intervalele absolute dintre elemente în raport cu un element (iniţial) absolut[5].

Cerinţa libertăţii absolute corespunde şi cu ceea ce în mod uzual presupunem (mai mult sau mai puţin conştient) despre un şir aleator, de exemplu că rezultatul următoarei aruncări cu zarul nu depinde de rezultatele precedente. (Agitarea zarului în mînă are tocmai scopul să asigure această independenţă).

59. *Şiruri cvasialeatoare. Probabilitate obiectivă*

Ţinînd seama de cele menţionate pînă acum propun următoarea definiţie:

Numim un şir de proprietăţi, în particular o alternativă, *cvasialeator*, dacă valorile limită ale frecvenţei proprietăţilor sale de bază sînt „absolut libere“, adică sînt insensibile faţă de selecţii bazate pe orice n-uplu de predecesori. O valoare limită a frecvenţei „absolut libere“ o numim *probabilitatea obiectivă*

---

*4 Cf. mai jos ultimul alineat de la paragraful 60.

*5 Cuvîntul „numeroase“ a fost introdus abia în traducerea în limba engleză, la fel ca şi sfîrşitul acestei fraze aflat în paranteze drepte.

*6 Cuvîntul „decît“ nu este corect aici *decît* dacă discutăm despre sisteme de joc (predictive); cf. nota *3 de la paragraful 60 şi nota 6 de la paragraful *54 din *Postscriptum.*

5 Exemplu: selecţia tuturor elementelor al căror număr este un număr prim.

a proprietății în cauză în cadrul șirului respectiv și o notăm prin F. Altfel exprimat: pentru un șir cvasialeator α avînd proprietatea de bază β este valabilă relația:

$$_{\alpha}F'(\beta) = {}_{\alpha}F(\beta)$$

Pentru început trebuie să demonstrăm că această definiție este suficientă pentru ca principalele teoreme ale teoriei probabilităților — adică în principal teorema lui Bernoulli — să poată fi deduse. Ulterior — în paragraful 64 — vom mai modifica această definiție astfel încît să fie independentă de conceptul de valoare limită a frecvenței*1.

60. *Problema lui Bernoulli*

Prima formulă binomială pentru șiruri finite de segmente ce se acoperă, menționată în paragraful 56, anume

$$_{\alpha_{(n)}}F''(m) = \binom{n}{m} p^m q^{n-m} \qquad (1)$$

este derivabilă numai dacă șirul *finit* α este cel puțin $n-1$-liber. Aceeași condiție ne dă în mod nemijlocit o formulă exact corespondentă pentru șirurile infinite și valorile limită ale frecvenței F; dacă α este un șir *infinit* și cel puțin $n-1$-liber, atunci:

$$_{\alpha_{(n)}}F'(m) = \binom{n}{m} p^m q^{n-m} \qquad (2)$$

Deoarece șirurile cvasialeatorii sînt absolut libere, fiind n-libere pentru fiecare n, li se aplică formula (2), adică a *doua formulă binomială*, și anume pentru orice valoare a lui n pe care o alegem.

În cele ce urmează, vom arăta că pentru șiruri *cvasialeatoare* (numai la aceste șiruri se referă toate considerațiile care urmează) este valabilă nu numai formula (2), dar și a *treia formulă binomială*:

$$_{\alpha_{(n)}}F(m) = \binom{n}{m} p^m q^{n-m} \qquad (3)$$

Formula (3) diferă de formula (2) în două feluri: în primul rînd, ea este valabilă pentru șiruri de segmente adiacente α_n, și nu pentru șirurile de segmente care se suprapun $\alpha_{(n)}$. Apoi, ea nu conține simbolul F', ci simbolul F. Astfel ea afirmă în mod implicit că *șirurile de segmente adiacente sînt cvasialeatoare*, respectiv că sînt „absolut libere", deoarece probabilitatea obiectivă F nu este definită decît pentru șirurile cvasialeatoare.

---

*1 În prezent înclin să folosesc termenul de „probabilitate obiectivă" într-o accepțiune diferită, astfel încît să acopere *toate interpretările* „obiective" ale *calculului formal al probabilităților*, cum ar fi interpretarea frecvențială și îndeosebi interpretarea probabilității ca măsură a tendințelor de realizare, expusă în *Postscriptum*. Aici, în paragraful 59, acest termen reprezintă doar un concept auxiliar în construcția unei anumite forme a teoriei frecvențelor.

Problema valorii lui ${}_{\alpha_n}F(m)$, adică problema probabilității obiective a proprietății „m" în cadrul unui șir de segmente adiacente, o numesc (urmîndu-l pe von Mises) „problema lui Bernoulli"[1]. Pentru rezolvarea acesteia, deci pentru derivarea celei de-a treia formule binomiale (respectiv a teoremei multiplicării pentru șiruri de segmente adiacente) este suficient[2] să presupunem că α este aleator.

Demonstrația*[1] formulei (3) poate fi realizată în două etape. Mai întîi trebuie arătat că (2) este valabil nu numai pentru șirurile de segmente care se suprapun $\alpha_{(n)}$, dar și pentru cele adiacente α_n, iar apoi, că acestea sînt „absolut libere". (Ordinea acestor etape nu poate fi inversată, deoarece șirurile de segmente care se suprapun $\alpha_{(n)}$ la rîndul lor *nu* sînt „absolut libere"; dimpotrivă ele constituie un exemplu tipic pentru așa-numitele șiruri cu *influența predecesorilor*[3].)

(*Prima etapă*). Șirurile de segmente adiacente α_n sînt subșiruri ale șirurilor $\alpha_{(n)}$, putînd fi obținute din acestea printr-o selecție ordinală normală. Dacă ne reușește să dovedim că limitele de frecvențe ale șirurilor care se suprapun ${}_{\alpha_{(n)}}F(m)$ sînt insensibile față de selecții ordinale normale, am demonstrat cu aceasta (ceva mai mult decît) prima etapă și putem afirma că:

$$ {}_{\alpha_n}F'(m) = {}_{\alpha_{(n)}}F'(m) \qquad (4)$$

Pentru început voi schița demonstrația pentru cazul cînd $n=2$, adică vreau să demonstrez că:

$$ {}_{\alpha_2}F'(m) = {}_{\alpha_{(2)}}F'(m) \qquad (m \leqslant 2) \qquad (4a)$$

este adevărat, ceea ce apoi va putea fi lesne generalizat pentru orice n.

Din șirul de segmente care se suprapun $\alpha_{(2)}$ pot fi selecționate exact două șiruri distincte α_2 de segmente adiacente: primul, notat cu (A), conține primul, al treilea, al cincilea, ... segment din $\alpha_{(2)}$, perechile de elemente ale lui α avînd numerele 1,2; 3,4; 5,6; ... celălalt șir, notat cu (B) cuprinde al doilea, al patrulea, al șaselea, ... segment al lui $\alpha_{(2)}$, deci perechile de elemente ale α, avînd numerele 2,3; 4,5; 6,7; ... Dacă formula (4a) nu ar fi adevărată pentru *unul* din cele două șiruri (A) sau (B), astfel încît de exemplu segmentul (perechea) 0,0 ar apărea *prea frecvent* în șirul (A), atunci în șirul (B) ar

---

[1] Problema similară pentru șirurile de segmente care se suprapun, adică problema valorii lui $\alpha_{(n)}$ $F'(m)$ la care s-a răspuns prin (2) poate fi numită cvasi-problema lui Bernoulli. Cf. și nota 1 de la paragraful 56, precum și paragraful 60.

[2] REICHENBACH (*Axiomatik der Wahrscheinlichkeitsrechnung*, „*Mathematische Zeitschrift*", *34*, 1932, p. 603) contestă implicit aceasta, afirmînd „... că șirurile normale de asemenea sînt libere față de influența predecesorilor, *în timp ce inversul nu este în mod necesar adevărat*". „Șirurile normale" ale lui Reichenbach sînt însă cele pentru care este valabilă definiția (3). (Demonstrația mea este posibilă, deoarece eu, spre deosebire de concepțiile precedente, nu am definit conceptul de „libertate față de influența predecesorilor" în mod direct, ci cu ajutorul celui de „n-libertate față de influența predecesorilor", făcîndu-l astfel accesibil procedurii de inducție matematică.)

*[1] Demonstrația este doar schițată. Cititorii pe care nu-i interesează demonstrația, pot trece direct la ultimul alineat al prezentului paragraf.

[3] Smoluchowski își bazează teoria despre mișcarea browniană pe șirurile cu influența predecesorilor (șirurile de segmente care se suprapun).

trebui să apară o abatere complementară, adică segmentul 0,0 ar fi *prea rar* („prea frecvent", respectiv „prea rar" în raport cu formula binomială). Aceasta însă contrazice condiția de „libertate absolută" care a fost presupusă pentru α. Căci dacă perechea 0,0 ar apărea în (A) mai frecvent decît în (B), atunci în segmente suficient de lungi ale lui α, perechea 0,0 ar trebui să apară mai frecvent la anumite *distanțe caracteristice* decît la alte distanțe. Mai frecvent ar fi acele distanțe care ar avea drept consecință apartenența perechilor de 0,0 la *unul* din cele două șiruri-α_2, iar mai rare ar fi distanțele care ar duce la apartenența perechilor de 0,0 la *ambele* șiruri-α_2. Aceasta ar contrazice însă condiția de „libertate absolută" a lui α, deoarece în cazul „libertății absolute" (așa cum reiese și din a doua formulă binomială), frecvența cu care o anumită secvență de lungime n apare într-un șir-$\alpha_{(n)}$ trebuie să depindă numai de numărul de unuri și zerouri care apar în acesta, și nu de dispunerea lor în cadrul secvenței*2.

Astfel a fost demonstrat (4a). Această demonstrație putînd fi generalizată foarte ușor pentru orice n, putem demonstra și valabilitatea afirmației (4), astfel prima etapă a demonstrației noastre fiind încheiată.

(*A doua etapă*). Într-un mod similar putem argumenta că șirurile-α_n trebuie să fie „absolut libere". Din nou ne limităm la șirurile-α_2 și demonstrăm pentru început că sînt 1-libere. Să presupunem că pentru *unul* din cele două șiruri-α_2, de exemplu (A), nu există 1-libertate. În acest caz, în șirul (A), după cel puțin *un* segment constituit din 2 elemente (o pereche determinată-α), de exemplu după segmentul 0,0, ar trebui ca *un* alt segment, de exemplu 1,1, să urmeze mai frecvent decît era cazul dacă șirul (A) ar fi fost „absolut liber"; aceasta înseamnă că segmentul 1,1 ar trebui să apară în subșirul selecționat din (A) relativ la segmentul predecesor 0,0 cu o frecvență mai mare decît ar fi fost de așteptat după formula binomială.

Această supoziție contrazice însă „libertatea absolută" a șirului α. Căci dacă în (A) segmentul 1,1 urmează prea frecvent segmentului 0,0, în (B) ar trebui să aibă loc, ca o compensație, tocmai inversul, deoarece în caz contrar, cvadruplul 0, 0, 1, 1 ar apărea prea frecvent în α. În acest caz însă, în segmente suficient de lungi ale lui α, cvadruplul 0, 0, 1, 1 ar trebui să apară la *anumite distanțe caracteristice* prea des, anume la acele distanțe pe care le obținem dacă perechile duble în cauză ar face parte din *unul și același șir*-α_2. La alte distanțe caracteristice, cvadruplul ar trebui să apară în schimb prea rar, anume la acele distanțe pe care le obținem dacă aceste perechi duble ar face parte din *ambele* șiruri-α_2. Ne aflăm deci în fața aceleiași probleme ca înainte și putem arăta, prin considerații analoge, că ipoteza unei produceri privilegiate la distanțe caracteristice este incompatibilă cu „libertatea absolută" presupusă a lui α.

Și această demonstrație poate fi generalizată, astfel încît putem afirma pentru șirurile-α_n nu numai 1-libertatea, dar și n-libertatea pentru orice n, adică putem afirma că au un *caracter cvasialeator*.

---

*2 Ideea devine mai intuitivă cu ajutorul următoarei formulări: dacă perechile 0,0 apar mai frecvent la anumite distanțe caracteristice decît altele, atunci acest fapt poate servi ca bază pentru un sistem simplu, care ar mări într-o măsură oarecare șansele unui jucător. Sistemele de joc de acest tip sînt însă incompatibile cu „libertatea absolută" a secvenței. Același considerent stă și la baza celei de-a „doua etape" a demonstrației.

Astfel au fost realizate cele două etape: în formula (4) putem înlocui simbolul F' prin F, adică putem considera a treia formulă binomială ca fiind rezolvarea problemei lui Bernoulli.

Totodată am demonstrat şi faptul că şirurile de segmente care se suprapun $\alpha_{(n)}$ sînt insensibile faţă de o „selecţie ordinală normală", ori de cîte ori α este „absolut liber".

Acelaşi lucru este valabil şi pentru şirurile α_n de segmente adiacente, căci fiecare „selecţie ordinală normală" efectuată din α_n poate fi considerată ca o selecţie ordinală normală efectuată din $\alpha_{(n)}$, putînd fi aplicată şi la şirul α, însuşi, deoarece α se poate scrie atît ca $\alpha_{(1)}$ cît şi ca α_1.

Am demonstrat astfel, printre altele, că din „libertatea absolută" — care înseamnă insensibilitate faţă de un tip particular de selecţie de vecinătate — urmează insensibilitatea faţă de o selecţie ordinală normală. O altă consecinţă este, după cum se vede uşor, insensibilitatea faţă de orice selecţie de vecinătate „pură", care selecţionează elementul în cauză printr-o caracteristică constantă (o caracterizare care nu variază cu numărul ordinal al elementului). De asemenea urmează, că „libertatea absolută" va determina insensibilitate faţă de toate *3 combinaţiile acestor două tipuri de selecţie.

61. *Legea numerelor mari (Teorema lui Bernoulli)*

Teorema lui Bernoulli sau (prima[1]) „lege a numerelor mari" poate fi dedusă prin transformări pur aritmetice din cea de-a treia formulă binomială, cu condiţia că putem trece cu n la limita $n\to\infty$. Această teoremă nu se poate deduce decît pentru şiruri infinite α, deoarece numai în acestea n-segmentele şirurilor-α_n pot creşte infinit şi de asemenea numai pentru şiruri „absolut libere", căci numai dacă se presupune libertate absolută pentru orice n, putem trece cu n limita: $n\to\infty$.

Teorema lui Bernoulli oferă şi rezolvarea unei probleme strîns legate de problema lui Bernoulli, anume problema valorii lui ${}_{\alpha_n}F(m)$. După cum am stabilit deja în paragraful 56, un n-segment are proprietatea „m", dacă conţine m unuri, frecvenţa relativă a acestor unuri în cadrul acestui segment (finit) fiind în acest caz, desigur $\frac{m}{n}$. Putem da acum şi definiţia: un n-segment al lui α are proprietatea „Δp", dacă şi numai dacă frecvenţa relativă a unurilor sale se abate de la valoarea ${}_{\alpha}F(1)=p$, adică de la valoarea probabilistică a unurilor în cadrul şirului α, cu mai puţin decît cu o valoare dată δ, care poate fi aleasă cît de mică dorim; exprimat în simboluri, avem $\left|\frac{m}{n}-p\right|<\delta$; în caz con-

*3 Consider în prezent că cuvîntul „toate" este eronat aici şi că ar trebui înlocuit cu formularea mai precisă: „toate... care ar putea fi utilizate ca sisteme de joc". Cf. notele *1 şi *6 din paragraful *54 din *Postscriptum*.

[1] R. v. Mises opune teoremei lui Bernoulli (respectiv teoremei lui Poisson) inversul acesteia, adică „teorema lui Bayes" (cum o numeşte el) ca fiind „a doua lege a numerelor mari".

trar, segmentul are proprietatea „Δp". Teorema lui Bernoulli răspunde şi la întrebarea privind frecvenţa, respectiv probabilitatea unor astfel de segmente cu proprietatea „Δp", în cadrul şirurilor α_n, adică dă un răspuns la problema valorii lui ${}_{\alpha_n}F(\Delta p)$.

S-ar putea crede că dacă valoarea δ ($\delta > 0$) este definită şi dacă creşte n, frecvenţa acestor segmente cu proprietatea Δp, şi deci şi valoarea lui ${}_{\alpha_n}F(\Delta p)$ vor creşte, această creştere fiind monotonă. Demonstraţia lui Bernoulli (care poate fi întîlnită în orice manual de calculul probabilităţilor) se bazează pe o evaluare a acestei creşteri cu ajutorul formulei binomiale. El descoperă că dacă n creşte nelimitat, valoarea lui ${}_{\alpha_n}F(\Delta p)$ se apropie nelimitat de valoarea maximă de probabilitate, de valoarea 1, pentru orice valoare determinată a lui δ, oricît de mică ar fi aceasta. Exprimat în simboluri, vom avea

$$\lim_{n \to \infty} {}_{\alpha_n}F(\Delta p) = 1 \qquad \text{(pentru orice valoare a lui } \Delta p\text{)} \qquad (1)$$

Această formulă este rezultatul transformării celei de-a treia formule binomiale pentru *şiruri de segmente adiacente*. A doua formulă binomială analogă pentru *şirurile de segmente care se suprapun* ar duce nemijlocit la formula:

$$\lim_{n \to \infty} {}_{\alpha_{(n)}}F'(\Delta p) = 1 \qquad (2)$$

valabilă pentru şiruri de segmente care se suprapun şi pentru selecţiile ordinale normale ale acestora, deci pentru *şirurile cu influenţă a predecesorilor*[2] studiate în special de către Smoluchowski.

Formula (2) trece în (1) în cazul şirurilor de segmente care nu se suprapun şi care sînt libere. Formula (2) o numim varianta teoremei lui Bernoulli; toate observaţiile ce le fac asupra teoremei lui Bernoulli pot fi aplicate *mutatis mutandis* la această variantă a teoremei lui Bernoulli.

Teorema lui Bernoulli (1) ar putea fi exprimată în cuvinte după cum urmează: [Un segment finit al unui şir α cvasialeator poate să fie numit *„reprezentativ"* (mai exact „δ"-reprezentativ), dacă frecvenţa unurilor sale nu diferă de p, adică de valoarea probabilităţii unurilor din şirul aleator α, cu mai mult decît un oarecare număr mic determinat δ (pe care îl putem alege în mod liber); în acest caz putem spune că aproape toate segmentele suficient de lungi sînt *reprezentative*; sau, într-o formulare mai detaliată şi fără a utiliza termenul „reprezentativ"*[1]:] Există o probabilitate oricît de mare a apropierii de 1 pentru situaţia, cînd în cadrul unor segmente finite, suficient de lungi ale unui şir cvasialeator, frecvenţele relative diferă de valoarea probabilistică p a acestui şir într-o măsură arbitrar de mică.

În această formulare, termenul de „probabilitate" (respectiv „valoare probabilistică") apare de două ori. Cum trebuie el *interpretat* aici? În sensul definiţiei mele pentru frecvenţă ar trebui tradus după cum urmează: Marea majoritate a tuturor segmentelor finite suficient de lungi sînt *reprezentative*, adică: În marea majoritate a tuturor segmentelor finite suficient de lungi, frecvenţa relativă a acestora va devia de la valoarea frecvenţei p a şirului aleator respectiv într-o măsură mică, stabilită arbitrar, sau, mai concis: Valoarea p a

---

[2] Cf., în acest sens, nota 3 de la paragraful 60 şi nota *5 de la paragraful 64.

*[1] Deoarece în prima ediţie lipseşte definiţia conceptului „reprezentativ", aceasta conţine doar formularea „mai detaliată".

frecvenţei „se realizează" în mod aproximativ în aproape toate segmentele suficient de lungi. (Problema cum ajungem la valoarea p nu prezintă importanţă în această discuţie, ea putînd fi, de exemplu, şi rezultatul unei evaluări ipotetice).

Avînd în vedere că valoarea frecvenţei lui Bernoulli $\alpha_n F(\Delta p)$ creşte monoton odată cu creşterea lungimii n a segmentului şi descreşte monoton odată cu descreşterea lui n şi că deci în segmente scurte valoarea frecvenţei relative „se realizează" comparativ rar, mai putem spune:

Teorema lui Bernoulli afirmă că segmentele scurte ale şirurilor „absolut libere" sau „cvasialeatoare" vor prezenta mai des abateri relativ mari în raport cu p şi deci „oscilaţii" relativ mari, în timp ce în cele mai multe cazuri, segmentele mai lungi vor prezenta, odată cu creşterea lungimii abateri din ce în ce mai mici de la p, astfel că majoritatea abaterilor vor deveni în segmentele suficient de lungi atît de mici cît dorim, sau, cu alte cuvinte, abaterile mari vor deveni atît de rare cît dorim.

Prin urmare, dacă luăm un segment finit foarte lung al unui şir aleator, în scopul determinării relaţiilor de frecvenţă prin numărare sau printr-o altă metodă empirică, vom putea constata în marea majoritate a tuturor cazurilor, aşadar următorul rezultat. Există o frecvenţă medie caracteristică, astfel încît frecvenţele relative din întregul segment, şi din aproape toate subsegmentele lungi, se vor abate doar puţin de la această valoare medie, în timp ce frecvenţele relative ale subsegmentelor mai mici se vor abate cu atît mai mult de la această valoare medie, cu cît lungimea aleasă a acestor segmente este mai mică. Acest comportament statistic constatabil al segmentelor finite îl vom numi *comportament cvasiconvergent* [sau *comportament statistic stabil**2].

Afirmaţia teoremei lui Bernoulli, că segmentele mici ale şirurilor cvasialeatorii prezintă adesea variaţii mari, dar că segmentele mari se comportă într-o măsură aproape constant convergentă, deci că există dezordine, hazard în mic şi ordine, convergenţă în mare, constituie ceea ce în mod uzual numim *„legea numerelor mari"*.

62. *Teorema lui Bernoulli şi interpretarea enunţurilor de probabilitate*

După cum am văzut în formularea verbală a teoremei lui Bernoulli, cuvîntul „probabilitate" apare de două ori.

Teoria frecvenţelor este fără îndoială în stare să dea o traducere definiţională cuvîntului în ambele cazuri şi să dea o interpretare clară legii numerelor mari şi formulei lui Bernoulli. Poate să facă acest lucru şi teoria subiectivă (logică)?

Interpretarea subiectivă, pentru care „probabilitatea" este un „grad al încrederii raţionale" este îndreptăţită să interpreteze fraza „probabilitatea

*2 Keynes spune despre „legea numerelor mari" că „«stabilitatea frecvenţelor statistice» ar fi o denumire mai adecvată pentru ea". (Cf. lucrarea sa *Treatise*, p. 336.)

ca... se apropie de 1 oricît de mult dorim“ în sensul „*este aproape sigur*[1] că...“. Ea ascunde însă dificultăţile cînd, în felul lui Keynes[2], continuă explicaţia prin cuvintele „...că frecvenţele relative se abat de la *valoarea lor cea mai probabilă p* ... oricît de puţin“. Această frază nu sună deloc rău; dacă însă şi în acest caz vom traduce cuvîntul „*probabilă*“ (pe alocuri nemenţionat) în sensul teoriei subiective, fraza în întregul ei devine complet neinteligibilă*[1]: „Este aproape sigur că frecvenţele relative se vor abate oricît de puţin de la gradul încrederii raţionale *p* (!)“.

Căci frecvenţele relative nu pot fi comparate decît cu frecvenţe relative şi se pot abate sau nu doar de la frecvenţe relative. Şi evident trebuie să fie absolut inadmisibil să dăm *după* deducerea teoremei lui Bernoulli valorii *p* o interpretare cu totul diferită decît a fost convenit anterior (anume, cea de „frecvenţă relativă“ în loc de „grad al încrederii raţionale“)[3].

Teoria subiectivă este incapabilă, după cum se vede, să interpreteze formula lui Bernoulli în spiritul legii *statistice* a numerelor mari. O deducţie de legi statistice este posibilă numai în cadrul unei teorii a frecvenţelor, căci este imposibil să ajungem de la o teorie subiectivă corectă la statistică, chiar dacă ne servim de teorema lui Bernoulli*[2] ca punte de legătură.

63. *Teorema lui Bernoulli şi problema convergenţei*

Din punct de vedere epistemologic, deducţia legii numerelor mari, respectiv a teoremei lui Bernoulli, schiţată mai sus în linii mari, este nesatisfă-

---

[1] Şi von Mises foloseşte expresia „aproape sigur“, însă la el aceasta trebuie considerată ca fiind *definită* prin frecvenţa apropiată de 1* (sau egală cu 1).

[2] KEYNES, *A Treatise on Probability*, 1921, p. 338.

*[1] Fără îndoială că merită să privim mai atent acest punct. Keynes scrie (într-un pasaj care îl precede pe cel citat anterior): „Dacă probabilitatea producerii unui eveniment în anumite condiţii este *p*, atunci... raportul cel mai probabil al numărului de cazuri în care se produce evenimentul, faţă de numărul total de cazuri, este egal cu *p*...“. După teoria sa acestea ar trebui să fie traductibile în următoarele enunţuri: „Dacă gradul de aşteptare raţională a producerii unui anumit eveniment este *p*, atunci *p* este şi un raport numeric între evenimente, adică o frecvenţă relativă, anume aceea, a cărei apariţie pare pentru aşteptarea noastră raţională ca fiind în cel mai înalt grad plauzibilă“. Nu obiectez împotriva acestei utilizări a termenului de „aşteptare raţională“. (Această expresie ar putea fi înlocuită prin „este aproape sigur că...“) Obiectez doar împotriva faptului că *p* este odată un grad al aşteptării raţionale, iar apoi o frecvenţă. Cu alte cuvinte, nu văd, de ce o frecvenţă dată empiric ar fi egală cu un grad de aşteptare raţională, şi nici cum o teoremă, oricît de profundă ar fi ea, ar putea demonstra aşa ceva. (Cf. şi paragraful 49 şi anexa *IX.)

[3] R. von MISES a fost primul care, într-un context similar, a remarcat acest lucru, anume în: *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*, 1928, p. 85. În completare menţionez că frecvenţele relative nu pot fi comparate cu „gradele de certitudine ale încrederii noastre“ din simplul motiv că ordonarea acestor grade de certitudine este convenţională şi că nu se cere stabilită prin corelarea lor cu fracţii între 0 şi 1. Numai dacă metrica gradelor de certitudine subiective a fost *definită* prin corelarea cu frecvenţe relative (şi *numai în acest caz*) este permisă o deducţie a legii numerelor mari în cadrul teoriei subiective. (Cf. paragraful 73.)

*[2] Este însă posibilă utilizarea teoremei lui Bernoulli ca punte de legătură de la interpretarea *obiectivă* a probabilităţii ca măsură a „tendinţei de realizare“ la statistică. Cf. paragrafele *49 pînă la *57 din *Postscriptum*.

cătoare, şi anume din cauză că rolul jucat de *axioma limitei* în analiza mea este departe de a fi clar. Eu am presupus şi introdus în mod tacit o astfel de axiomă, deoarece am limitat investigaţiile mele la şirurile matematice cu valori limită de frecvenţă (cf. paragraful 57). Rezultatul — deducţia legii numerelor mari — respectiv a comportamentului cvasiconvergent al şirurilor „absolut libere" ar putea fi considerat banal, din moment ce convergenţa a fost presupusă deja axiomatic.

R. von Mises a arătat însă că o astfel de concepţie ar fi eronată. Există şiruri[1] care satisfac axioma limitei, deşi pentru ele teorema lui Bernoulli nu este valabilă, deoarece în cadrul lor apar, cu o frecvenţă apropiată de 1, segmente de lungime n care se pot abate de la p oricît de mult. (Existenţa limitei p se datoreşte aici faptului că variaţiile care cresc nelimitat, se compensează reciproc.) Astfel de şiruri manifestă, deşi şirurile de frecvenţă corelate sînt convergente, un comportament „divergent" în segmente arbitrar de mari. Legea numerelor mari nu este cîtuşi de puţin o consecinţă banală a axiomei de convergenţă, căci aceasta din urmă este insuficientă pentru deducţia sa: nu ne putem lipsi de axioma (modificată a) hazardului, de exigenţa „libertăţii absolute".

Reconstrucţia teoriei sugerează însă că legea numerelor mari poate fi *independentă* de axioma limitei. Această idee este evidentă, deoarece teorema lui Bernoulli urmează nemijlocit din formula binomială; mai mult, am arătat că prima formulă binomială poate fi dedusă pentru şirurile *finite*, desigur fără a se recurge la vreo axiomă a limitei; în acest scop a fost suficient să presupunem că şirul de referinţă α este cel puţin $n-1$-liber; o supoziţie, din care decurge valabilitatea teoremei speciale de multiplicare şi astfel prima formulă binomială. Pentru a realiza trecerea la limită şi a ajunge astfel la teorema lui Bernoulli, este necesar să presupunem doar că numărul n poate fi ales nelimitat de mare. De aici rezultă însă că teorema lui Bernoulli este adevărată într-un mod aproximativ, chiar şi pentru şiruri *finite* suficient de lungi, dacă acestea sînt n-libere pentru un n suficient de mare.

Se pare, deci, că deducţia teoremei lui Bernoulli nu depinde de existenţa unei valori limită a frecvenţei, ci doar de „libertate absolută". Conceptul de limită nu joacă decît un rol secundar: el constituie evident numai un simplu auxiliar, care ne ajută să aplicăm conceptul de frecvenţă relativă, care este definit mai întîi doar pentru clasele finite şi fără de care nu poate fi formulat conceptul de libertate absolută, la şiruri ce pot fi continuate la infinit.

În fine, nu putem trece cu vederea faptul că Bernoulli însuşi a dedus teorema sa din teorema specială a multiplicării, în cadrul teoriei clasice care nu conţine nici o axiomă a limitei şi că definiţia probabilităţii ca valoare *limită* a frecvenţelor constituie o *interpretare* — şi nu singura posibilă — a formalismului clasic.

Voi încerca să demonstrez ipoteza mea despre independenţa teoremei lui Bernoulli faţă de axioma limitei, procedînd la deducţia acestei teoreme fără

[1] R. von MISES dă ca exemplu şirul cifrelor care ocupă ultimul loc într-o tabelă de rădăcini pătrate compuse din şase cifre. Cf. de exemplu *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*, 1928, p. 86 şi urm.; *Wahrscheinlichkeitsrechnung*, 1931, p. 181 şi urm.

altă supoziție decît cea de *n-libertate* (ce trebuie definită în mod corespunzător) și pentru acele șiruri matematice ale căror proprietăți de bază *nu au o valoare limită a frecvenței*[*1].

Abia după ce voi fi arătat aceasta, voi putea considera deducția legii numerelor mari ca satisfăcătoare din punct de vedere epistemologic. Căci este un „fapt de experiență" că șirurile empirice cvasialeatorii prezintă acel comportament particular, pe care l-am numit mai sus (paragraful 61) *„cvasiconvergent"*. Prin numărarea segmentelor lungi se poate stabili că frecvențele relative se apropie din ce în ce mai mult de o valoare determinată, că limitele în cadrul cărora oscilează frecvențele relative se reduc din ce în ce mai mult. Acest mult discutat „fapt de experiență" — confirmarea empirică a legii numerelor mari — poate fi privit din mai multe puncte de vedere. Teoreticienii de orientare inductivistă consideră acest fapt ca fiind în majoritatea cazurilor o lege fundamentală a naturii care nu poate fi redusă la un principiu mai simplu, o particularitate a lumii noastre care trebuie acceptată ca atare. Ei cred că, exprimată într-o formă adecvată, de exemplu sub forma „axiomei limitei", această lege a naturii trebuie să constituie fundamentul probabilităților, care ar dobîndi astfel caracterul unei științe a naturii.

Atitudinea mea față de acest așa-numit „fapt de experiență" este diferită. Înclin să cred că el este reductibil, că derivă tautologic din caracterul cvasialeator al șirului, din faptul că șirul este *n*-liber. Consider că marele merit al lui Bernoulli și Poisson în domeniul teoriei probabilităților constă în aceea că ei au găsit un drum pentru a dovedi că acel „fapt de experiență" este o tautologie, de a fi arătat că din dezordinea în mic (cu condiția ca ea să satisfacă o condiție de *n*-libertate formulată într-un mod corespunzător) *derivă în mod logic* o anumită ordine sau stabilitate în mare.

Dacă reușim să deducem teorema lui Bernoulli fără a presupune o axiomă a limitei, atunci înseamnă că am redus problema epistemologică a legii numerelor mari la o problemă de independență axiomatică (deci la o chestiune pur logică). Această deducție ar explica și de ce în toate aplicațiile practice (în aproximările șirurilor empirice) axioma limitei dă rezultate așa de bune. Căci chiar dacă limitarea la șirurile convergente se dovedește a nu fi necesară, în mod cert nu ar fi inoportun să folosim șiruri matematice *convergente* pentru calcularea comportamentului aproximat al șirurilor empirice, care, din motive logice, prezintă o stabilitate statistică.

[*1] Continui să consider vechile mele îndoieli referitoare la adoptarea unei axiome de convergență, cît și afirmația că ne putem descurca și fără aceasta, ca fiind perfect justificate; justificate prin considerațiile dezvoltate în nota *2 din anexa IV și în anexa *VI, unde se arată că convergența *derivă* din caracterul aleator (dacă acesta este definit prin „șiruri cvasialeatoare de lungime minimă") și că deci nu trebuie postulată separat. În plus, referirea mea la formalismul clasic este justificată de către teoria neo-clasică (bazată pe teoria măsurării) a probabilităților, dezvoltată în capitolul *III din *Postscriptum*; de fapt ea este justificată și prin „numerele normale" ale lui Borel. Nu mai sînt însă de acord cu afirmația conținută în cuvintele „acele șiruri matematice ale căror proprietăți de bază *nu au o valoare limită a frecvenței*", deși sînt de acord cu celelalte alineate din acest paragraf.

64. *Eliminarea axiomei limitei. Rezolvarea problemei fundamentale a teoriei hazardului*

Pînă aici, limita de frecvență nu a îndeplinit o altă funcție în reconstrucția pe care am dat-o teoriei probabilităților, decît aceea de a oferi un concept univoc al frecvenței relative, aplicabil la șiruri infinite, cu ajutorul căruia să poată fi definit conceptul de „libertate absolută" (față de influența predecesorilor). Căci *frecvența relativă* este cea care trebuie să fie insensibilă față de selecția în funcție de predecesori.

Am introdus axioma limitei, prin faptul că am limitat examinarea noastră la alternative cu valori limită de frecvență. Pentru a ne elibera de această axiomă, vom părăsi această limitare, fără a o înlocui însă prin alta. Aceasta înseamnă că trebuie să construim un concept de frecvență care să preia funcția valorii limită a frecvenței și care să fie aplicabil, fără nici o excepție, la *toate* șirurile de referință infinite*[1].

Un astfel de concept de frecvență este conceptul de *punct de acumulare al șirului de frecvențe relative.* (Numim punct de acumulare al unui șir o valoare *a* dacă după fiecare element dat există elemente ale șirului, a căror valoare se abate de la *a* într-o măsură oricît de mică.) Că acest concept este aplicabil fără restricție la toate șirurile de referință infinite, rezultă din faptul că pentru orice alternativă infinită trebuie să existe *cel puțin un* astfel de punct de acumulare pentru șirul de frecvențe relative care îi corespunde. Deoarece frecvențele relative nu pot fi niciodată mai mari decît 1 și niciodată mai mici decît 0 șirul lor este „mărginit" de 1 și 0; ca șir infinit mărginit, el trebuie să aibă (după Bolzano și Weierstrass) *cel puțin un punct de acumulare*[1].

Pe scurt, vom numi *„frecvența medie a lui* α" fiecare punct de acumulare al șirului de frecvențe relative care corespunde unei alternative α. Prin urmare putem spune: dacă șirul are *o singură* valoare medie a frecvenței, atunci aceasta constituie totodată și *valoarea limită* a frecvenței sale; și invers: dacă acest șir nu are o valoare limită a frecvenței, el trebuie să aibă mai mult decît o singură[2] frecvență medie.

Conceptul de frecvență medie se dovedește a fi deosebit de indicat pentru scopul nostru. Ca și în cazurile precedente, putem *estima* — de exemplu în mod ipotetic — că *p* este valoarea frecvenței medii a șirului α, tot așa cum putem *estima* că *p* este valoarea limită a frecvenței acestui șir. Și, cu condiția să luăm anumite măsuri de precauție[3], putem face *calcule* cu ajutorul acestor frecvențe

*[1] Pentru a nu *postula* convergența, am apelat în paragraful următor la ceva *demonstrabil,* la existența unor puncte de acumulare. Toate acestea devin inutile, dacă aplicăm metoda prezentată în nota *1 de la paragraful 57 și în anexa *VI.

[1] Un fapt de care, în mod curios, nu s-a ținut seama pînă în prezent în teoria probabilităților.

[2] Se poate ușor demonstra că dacă într-un șir de referință există mai mult decît o frecvență medie, valorile acestor frecvențe medii formează un continuu.

[3] Conceptul de „selecție independentă" trebuie interpretat mai strict decît s-a făcut anterior, în caz contrar valabilitatea teoremei speciale a multiplicării neputîndu-se demonstra ireproșabil. Pentru detalii vezi lucrarea mea menționată în nota 3 de la paragraful 51. *(Această lucrare este acum depășită de către anexa *VI.)

medii estimate, în mod analog ca cele făcute cu valoarea limită a frecvenţei. În plus, conceptul de frecvenţă medie este aplicabil, fără nici o restricţie la toate şirurile de referinţă infinite posibile.

Dacă încercăm acum să interpretăm simbolul nostru $_{\alpha}F'(\beta)$ nu ca valoare limită a frecvenţei, ci ca frecvenţă medie, şi să modificăm în mod corespunzător definiţia probabilităţii obiective (paragraful 59), cea mai mare parte a formulelor noastre continuă să rămînă deductibile. Apare însă o dificultate: frecvenţele medii *nu sînt univoce*. Dacă considerăm în mod ipotetic o frecvenţă medie $_{\alpha}F'(\beta)=p$, nu este exclusă posibilitatea să mai existe şi alte valori ale lui $_{\alpha}F'(\beta)$ decît p. Dacă postulăm că aceasta nu va fi cazul, introducem, prin implicaţie, axioma limitei. Dacă însă definim probabilitatea obiectivă ca fiind o frecvenţă medie „absolut liberă"[4], fără a introduce un astfel de postulat de univocitate, obţinem (în primă instanţă, cel puţin) *un concept de probabilitate ambiguu*, căci în anumite condiţii, unui şir îi pot corespunde în acelaşi timp mai multe frecvenţe medii „absolut libere" (cf. anexa IV. c). Noi obişnuim însă să operăm cu probabilităţi *univoce*, adică presupunem că pentru una şi aceeaşi proprietate înăuntrul unuia şi aceluiaşi şir poate exista o singură valoare de probabilitate p.

Dificultatea definirii conceptului univoc de probabilitate, fără a se recurge la axioma limitei, poate fi depăşită foarte simplu. Introducem (cum dealtfel este şi „mai firesc") condiţia de univocitate ca un ultim pas, deci *după ce* am postulat pentru frecvenţa medie *„libertatea absolută"*. Definiţia modificată a şirului cvasialeator şi a probabilităţii obiective (cf. paragraful 59) va avea următoarea formă:

Fie α o alternativă (cu *una* sau mai multe frecvenţe medii). Presupunînd că unurile acestei alternative nu au decît o *singură* frecvenţă medie p „absolut liberă", vom spune că α este cvasialeator, iar p este *probabilitatea obiectivă* a unurilor din α.

Se dovedeşte util (cf. paragraful 66) să descompunem această definiţie în două condiţii axiomatice*[2].

(1) Cerinţa hazardului: pentru fiecare alternativă cvasialeatoare *există* o frecvenţă medie „absolut liberă" adică probabilitatea sa obiectivă p.

(2) Cerinţa de univocitate: Pentru una şi aceeaşi proprietate din una şi aceeaşi alternativă cvasialeatoare există *o probabilitate p şi numai una*.

Exemplul construit anterior ne dă certitudinea consistenţei noului sistem axiomatic. Faptul că putem construi însă şiruri care posedă o probabilitate

---

[4] Putem face acest lucru, deoarece teoria pentru clase finite (exceptînd teoremele de univocitate) trebuie să fie aplicabilă fără dificultăţi şi la frecvenţele medii. Dacă un şir α are o frecvenţă medie p, el trebuie să conţină (indiferent cu care termen al şirului începem numărătoarea) segmente de orice mărime *finită*, a căror frecvenţă se abate de la p oricît de puţin alegem noi. Pentru acestea se pot face calcule. Faptul că p este liber de influenţa predecesorilor înseamnă că această valoare a frecvenţei medii a lui α este şi o frecvenţă medie a oricărei selecţii efectuate în α referitor la un predecesor.

*[2] Metoda descrisă în nota *1 din paragraful 57 şi în anexele IV şi *VI poate fi combinată cu aceste două cerinţe, anume prin menţinerea cerinţei (1) şi înlocuirea cerinţei (1) cu următorul postulat:

(+2) Cerinţa de finitudine: şirul trebuie să devină de la început cît de repede cu putinţă n-liber şi anume pentru cel mai mare n-posibil; sau, altfel spus: el trebuie să fie un şir cvasialeator de lungime minimă.

şi numai una, dar nu şi o limită de frecvenţă (cf. anexa IV, b), dovedeşte că noile condiţii axiomatice sînt realmente mai largi decît cele de pînă acum. Acest fapt devine şi mai evident dacă aducem vechile noastre axiome în următoarea formă:

(1) Cerinţa hazardului: ca mai sus.
(2) Cerinţa de univocitate: ca mai sus.
(2′) Axioma limitei: pentru una şi aceeaşi proprietate din una şi aceeaşi alternativă cvasialeatoare nu există alte frecvenţe medii decît probabilitatea sa p.

Din axiomatica propusă putem deduce teorema lui Bernoulli şi, odată cu ea, întregul formalism clasic al calculului probabilităţilor. Aceasta rezolvă problema noastră: legea numerelor mari poate fi dedusă în cadrul teoriei frecvenţelor fără a recurge la axioma limitei. În plus, rămîn astfel nemodificate nu numai formula (1), respectiv formularea verbală (din paragraful 61) a teoremei lui Bernoulli[5], dar şi interpretările date de noi: şi în cazul unui şir cvasialeator *fără o valoare-limită* a frecvenţei, „aproape toate" şirurile suficient de lungi nu vor înregistra decît mici abateri de la p. Desigur că în astfel de şiruri (ca dealtfel şi în şirurile cvasialeatoare *cu valoare-limită* a frecvenţei) apar segmente de orice lungime prezentînd un comportament cvasidivergent, adică segmente care prezintă abateri de la p, oricît de mari. Astfel de segmente vor apărea desigur extrem de rar, căci ele trebuie compensate prin părţi ale şirului extrem de lungi, în care toate (sau aproape toate) segmentele se comportă într-un mod cvasiconvergent; şi anume prin părţi ale şirului care, conform calculelor, sînt mai lungi cu mai multe ordini de mărime decît segmentul cvasidivergent ce urmează a fi compensat*[3].

Acum poate fi soluţionată şi *problema fundamentală a teoriei hazardului* (din paragraful 49). Inferenţa aparent paradoxală din imposibilitatea de predicţie şi „comportamentul aleator" al evenimentelor singulare la valabilitatea calculului probabilităţii este într-adevăr permisă. Este permisă, cu condiţia să putem exprima „caracterul aleator" cu un grad de aproximaţie, în termenii ipotezei, dacă una singură dintre frecvenţele recurente — anume o frecvenţă medie — apare şi în toate selecţiile în funcţie de predecesori. [Aceasta înseamnă că predecesorii nu au influenţe ulterioare.] În acest caz este deci posibil să demonstrăm că legea numerelor mari este tautologică. Nu este contradictoriu (aşa cum s-a afirmat cîteodată[6]) ci admisibil să conchidem că într-un şir aleator, în care uneori, chiar dacă numai foarte rar, se poate produce orice, va apărea o anumită regularitate sau constanţă în subşirurile foarte lungi. Această

---

[5] Şi formulele cvasibernoulliene (conţinînd simbolul F') rămîn *univoce* pentru şiruri cvasialeatoare (conform noii definiţii), deşi F' nu mai simbolizează acum decît o frecvenţă medie.

*[3] Ceea ce urmează în text consider în continuare pe de-a-ntregul corect, numai că orice referinţă la frecvenţele medii devine redundantă, dacă utilizăm metoda expusă în nota *1 de la paragraful 57 şi în anexa IV.

[6] Cf. de exemplu FEIGL, „*Erkenntnis*", *1*, 1930, p. 230: „În legea numerelor mari se face o încercare de reconciliere a două pretenţii pe care o analiză exactă le relevă ca fiind de fapt contradictorii: pe de-o parte,... se presupune că orice combinaţie şi distribuţie trebuie să poată apărea o dată. Pe de altă parte, aceste evenimente... ar trebui să apară cu o frecvenţă corespunzătoare". (Construirea de şiruri-model arată că aici nu este vorba de o contradicţie; cf. anexa IV.)

concluzie nici nu este banală, deoarece presupune folosirea de auxiliare matematice specifice (teorema lui Bolzano şi Weierstrass, conceptul de *n*-libertate şi teorema lui Bernoulli). Paradoxul aparent al unui asemenea raţionament care trece de la imprevizibilitate la predictibilitate (sau de la „ignoranţă" la „cunoaştere") dispare, dacă ţinem cont că supoziţia de „neregularitate" poate fi exprimată sub forma unei *ipoteze a frecvenţei*, (ipoteza „libertăţii sau a independenţei faţă de influenţe ulterioare") şi că trebuie exprimată în această formă, dacă vrem să demonstrăm validitatea acestui raţionament.

Acum devine clar şi de ce teoriile de pînă acum nu au fost în măsură să soluţioneze în mod adecvat această problemă fundamentală. Teoria subiectivă, deşi poate deduce teorema lui Bernoulli, nu o poate însă interpreta niciodată (cf. paragraful *62) în mod consistent şi ca enunţ frecvenţial în sensul legii numerelor mari. Ea nu poate explica succesele statistice ale predicţiilor de probabilitate. Pe de altă parte, teoria frecvenţială de pînă acum postulează, prin axioma sa a limitei, o „regularitate în numerele mari". Ea nu cunoaşte deci inferenţa din dezordinea din cadrul numerelor mici la stabilitatea din cadrul numerelor mari, ci numai inferenţa de la stabilitatea din numerele mari (axioma convergenţei), cuplată cu dezordinea din numerele mici (axioma hazardului) la o formă specială de stabilitate în cadrul numerelor mari (teorema lui Bernoulli, legea numerelor mari)*4.

Axioma limitei nu este absolut necesară în fundamentarea calculului probabilităţilor. Cu acest rezultat închei analiza şi consideraţiile referitoare la fundamentarea calculului[7] probabilităţilor, revenind la consideraţii mai ales epistemologice şi în primul rînd la problema decidabilităţii.

65. *Problema decidabilităţii*

Oricum am defini conceptul de probabilitate, respectiv indiferent de axiomatica aleasă, atît timp cît formula binomială este derivabilă în cadrul sistemului, *enunţurile de probabilitate nu sînt falsificabile.* Ipotezele probabilistice nu exclud nimic observabil; ele nu pot intra în contradicţie logică cu nici un enunţ de bază, deci cu nici o conjuncţie a unui număr finit de enunţuri de bază şi cu nici un număr finit de observaţii.

Să presupunem că pentru o alternativă α avem o ipoteză a şanselor egale; de exemplu că în jocul cu aruncarea monedei, estimăm aruncările cu o anumită

---

*4 Acest paragraf evidenţiază indirect importanţa unei teorii neo-clasice interpretată *obiectiv* pentru soluţionarea „problemei fundamentale": O asemenea teorie este prezentată în capitolul *III din *Postscriptum*.

[7] Reamintim nota 3 de la paragraful 51. Retrospectiv doresc să menţionez că am adoptat o atitudine conservatoare faţă de cele patru puncte ale lui von Mises (cf. sfîrşitul paragrafului 50). Şi eu definesc probabilităţi numai cu referire la *şiruri aleatoare* (numite de von Mises „colective"); de asemenea am formulat şi eu o *axiomă* (modificată) *a hazardului* şi îl urmez fără reţineri pe von Mises în ceea ce priveşte determinarea *sarcinii calculului probabilităţilor*. Deosebirile sînt doar următoarele: eu demonstrez că axioma limitei este inutilă şi o înlocuiesc prin condiţia de univocitate; iar axioma hazardului o modific astfel, încît putem construi şiruri model (anexa IV) şi astfel răstorn obiecţia lui Kamke (cf. nota 3 din paragraful 58).

monedă care au ca rezultat „1" sau „0" ca avînd aceeași frecvență, astfel ca ${}_{\alpha}F(1) = {}_{\alpha}F(0) = \frac{1}{2}$; dacă, pe de altă parte, constatăm în mod empiric că în urma aruncărilor cu moneda apare fără excepție numai proprietatea „1", fără îndoială că vom renunța în practică la estimarea noastră, considerînd-o ca „falsificată". Totuși nu poate fi vorba de falsificare în sens logic. Căci în mod evident nu putem observa decît o serie finită de aruncări și, cu toate că, potrivit formulei binomiale, probabilitatea unor serii finite extrem de lungi cu abateri mari poate deveni extrem de mică, ea va fi însă întotdeauna mai mare decît zero. O producere suficient de rară a unui segment finit cu abatere mare nu numai că nu poate contrazice așadar estimarea noastră, ci dimpotrivă, în fața estimării este de așteptat să apară. Speranța că *raritatea* calculabilă a apariției unui astfel de șir constituie un mijloc de falsificare a estimării probabilistice se dovedește a fi iluzorie, întrucît însăși o apariție „frecventă" a unor segmente lungi foarte divergente poate fi oricînd considerată ca nefiind altceva decît un segment mai lung și mai divergent, pentru care sînt valabile aceleași considerații: nu există un șir de evenimente determinat extensional, un *n*-uplu finit de enunțuri de bază care ar putea falsifica un enunț de probabilitate.

Numai un șir infinit de evenimente — definit intensional printr-o regulă de formare — ar putea contrazice o estimare probabilistică. Ținînd seama de cele expuse în paragraful 38 (cf. paragraful 43), putem spune că ipotezele de probabilitate nu sînt falsificabile, deoarece dimensiunea lor este infinită (adică numărabil infinită). De aceea ar trebui să le descriem de fapt ca „neinformative din punct de vedere empiric" sau ca „vide de conținut empiric"[1].

Împotriva unei asemenea concepții vorbește marele succes predictiv care a fost realizat în fizică pe baza unor estimări ipotetice de probabilitate. Același argument ca mai sus este aplicabil și interpretării subiective, conform căreia enunțurile de probabilitate constituie tautologii. Multe estimări ipotetice de probabilitate nu sînt inferioare prin semnificația lor științifică celorlalte ipoteze fizice (de exemplu celor avînd un caracter „determinist"). Iar un fizician este în general capabil să decidă dacă o ipoteză de probabilitate este empiric coroborată sau dacă trebuie s-o respingă ca fiind „practic falsificată", adică inutilizabilă în scopul deducției de predicții. Această „falsificare practică" nu poate apărea, evident, decît printr-o decizie metodologică în baza căreia considerăm evenimente extrem de improbabile ca fiind excluse, „interzise". Însă cu ce drept pot fi ele astfel considerate? Și unde trebuie trasă linia de separare? Unde începe „improbabilitatea"?

Deoarece nefalsificabilitatea logică a enunțurilor de probabilitate este în afară de orice îndoială, aplicabilitatea lor în științele empirice pare să zguduie din temelii concepția mea epistemologică (criteriul meu de demarcație). Totuși, voi încerca să dau un răspuns la aceste întrebări — care de fapt constituie problema decidabilității — tocmai prin aplicarea consecventă a acestei concepții. În acest scop trebuie analizată mai întîi forma logică a enunțurilor de probabilitate, ținînd seama atît de relațiile logice reciproce dintre enun-

---

[1] Însă nu ca „vide de conținut logic" (cf. paragraful 35): nu orice ipoteză de frecvență este în mod tautologic validă pentru orice șir.

ţurile de probabilitate cît şi în special de relaţiile lor logice cu enunţurile de bază*1.

66. *Forma logică a enunţurilor de probabilitate*

Estimările de probabilitate *nu sînt falsificabile*, şi, în plus, *nici verificabile*, aceasta din aceleaşi motive ca şi celelalte evaluări ipotetice, anume că rezultatele experimentale, oricît de numeroase şi de favorabile ar fi, nu pot stabili definitiv că frecvenţele relative în cazul aruncărilor cu o monedă sînt $\frac{1}{2}$ şi că vor fi *întotdeauna* $\frac{1}{2}$.

Enunţurile de probabilitate şi enunţurile de bază nu se pot deci contrazice reciproc, şi nici nu se pot implica reciproc. Ar fi însă eronat să tragem de aici concluzia că între ele nu ar exista nici un fel de relaţii logice. La fel de fals ar fi să credem că, deşi există relaţii logice între ele, deoarece un şir de observaţii poate în mod evident concorda mai mult sau mai puţin cu un enunţ de frecvenţă, analiza acestor relaţii ar sparge cadrul logicii „clasice" şi ar face necesară introducerea unei „logici probabilistice"[1]. Dimpotrivă este pe de-a-ntregul posibil ca relaţiile în cauză să fie supuse unei analize complete, efectuată în cadrul relaţiilor logice „clasice" de *deductibilitate* şi de *contradicţie**1.

Din nefalsificabilitatea şi neverificabilitatea enunţurilor de probabilitate putem deduce, este adevărat, că aceste enunţuri nu au consecinţe falsificabile şi nici nu pot fi consecinţe din enunţuri verificabile. Prin aceasta însă nu sînt încă excluse posibilităţile inverse: (a) că ele au consecinţe unilateral verificabile („consecinţe pur existenţiale") sau (b) că ele însele constituie consecinţe deduse din enunţurile universale unilateral falsificabile.

Posibilitatea (b) nu prea va ajuta la clarificarea relaţiei logice dintre enunţurile de probabilitate şi enunţurile de bază, căci este prea evident că un enunţ nefalsificabil (deci unul care spune foarte puţin) poate face parte din clasa de consecinţe a unui enunţ falsificabil (deci unul care spune mai mult).

---

*1 Cred că accentuarea caracterului irefutabil al ipotezelor de probabilitate — care culminează în paragraful 67 — a fost justificată: ea a adus la lumina zilei o problemă care anterior nu a fost abordată (deoarece s-a pus un accent mai mare pe verificabilitate decît pe falsicabilitate şi deoarece — aşa cum se va arăta în paragraful următor — enunţurile de probabilitate sînt într-un anumit sens verificabile sau „coroborabile"). Însă restructurarea propusă de mine în nota *1 din paragraful 57 (vezi şi nota *2 din paragraful 64) schimbă radical situaţia. Căci făcînd abstracţie de celelalte avantaje, această reformă îşi propune adoptarea unei reguli metodologice, comparabilă cu cea enunţată în paragraful 68 şi care face falsificabile ipotezele de probabilitate. Problema decidabilităţii se transformă astfel în următoarea problemă: întrucît în privinţa şirurilor empirice nu ne putem aştepta decît să *aproximeze* şiruri cvasialeatoare de lungime minimă, se pune întrebarea: ce putem accepta ca aproximaţie şi ce nu? Răspunsul la această întrebare nu poate fi decît acela că aproximaţia, mai mare sau mai mică, este de grad şi că determinarea gradului de apropiere constituie una din principalele probleme ale statisticii matematice şi ale teoriei coroborării. Cf. şi anexa *IX, în special „Nota a treia".

[1] Cf. paragraful 80, în special notele 3 şi 6.

*1 Deşi mai sînt de acord cu această afirmaţie, sînt în prezent totuşi de părere că conceptele probabilistice de „aproape deductibil" şi „aproape contradictoriu" ar fi deosebit de utile în legătură cu problema noastră; vezi anexa *IX şi *Postscriptum*, capitolul III.

Ceea ce ne interesează mai mult este îndeosebi posibilitatea (a) care nu este nicidecum banală; ea se dovedeşte într-adevăr fundamentală pentru relaţiile dintre enunţuri de probabilitate şi enunţuri de bază. Căci fiecare enunţ de probabilitate implică unilateral o clasă infinită de enunţuri existenţiale (şi spune prin urmare mai mult decît un singur enunţ existenţial); dacă de exemplu se consideră în mod ipotetic pentru o alternativă valoarea probabilistică p $(0 \neq p \neq 1)$, putem deduce din această estimare, printre altele, şi consecinţa existenţială că în respectivul şir există şi unuri şi zerouri (însă şi mult mai puţine consecinţe existenţiale simple, de pildă că există segmente care se abat doar foarte puţin de la p etc.).

Din această estimare se poate deduce însă mult *mai mult*; de exemplu că *întotdeauna*, adică după *fiecare* element x, va exista un element y cu proprietatea „1" şi un element z cu proprietatea „0" etc. Un enunţ de această formă („pentru *orice* x există un y cu proprietatea observabilă, sau extensional testabilă β") este atît „nefalsificabil" — neavînd consecinţe falsificabile — cît şi neverificabil din cauza prezenţei ipoteticului „întotdeauna" sau „orice"*2; el poate fi totuşi mai mult sau mai puţin bine „confirmat", în sensul că putem reuşi să verificăm multe, puţine sau nici una din consecinţele existenţiale. El se află deci cu enunţul de bază în relaţia care este caracteristică pentru enunţurile de probabilitate. Enunţurile avînd forma sus-menţionată pot fi numite „enunţuri existenţiale universalizate" sau „*ipoteze existenţiale*".

Teza mea este că relaţiile dintre evaluările de probabilitate şi enunţurile de bază şi posibilitatea primelor de a fi mai mult sau mai puţin bine confirmate pot fi explicate prin faptul că din toate estimările probabilistice „ipoteze existenţiale" pot fi logic deduse. Aceasta sugerează întrebarea, dacă nu cumva estimările probabilistice au ele însele forma unor ipoteze existenţiale.

Orice estimare (ipotetică) de probabilitate implică în mod necesar presupunerea că şirul (empiric) respectiv este (aproximativ) cvasialeator, adică implică în mod necesar [aplicabilitatea şi adevărul — aproximativ — al acestor] axiome ale calculului probabilităţilor. Întrebarea noastră este astfel echivalentă cu aceea, dacă aceste axiome reprezintă ceea ce am numit „ipoteze existenţiale".

---

*2 Desigur că nu am vrut să susţin că *orice* enunţ de forma „pentru fiecare x există un y avînd proprietatea observabilă β" este nefalsificabil şi prin urmare netestabil. Căci este evident că enunţul „pentru fiecare aruncare cu moneda cu rezultatul 1 există un succesor imediat cu rezultatul 0" nu este numai falsificabil, dar este şi efectiv falsificat. Nefalsificabilitatea nu rezultă doar din forma „pentru fiecare x există un y, astfel că...", ci şi din faptul că acest „există" este aici *nelimitat*, că producerea lui y poate fi amînată nelimitat: din punctul de vedere al teoriei probabilităţilor, y poate apărea în mod efectiv oricît de tîrziu vrea. Un element „0" poate apărea imediat, sau după o mie de aruncări, sau după un număr oarecare de aruncări; aceasta este ceea ce conferă acestor enunţuri caracterul de nefalsificabilitate. Dacă însă distanţa dintre locul în care se produce x şi cel în care se produce y este *limitată*, atunci enunţul „pentru fiecare x există un y, astfel că..." poate fi falsificabil. Formularea mea oarecum imprudentă din text (care presupune tacit paragraful 15) a sugerat în mod surprinzător, în anumite cercuri, opinia că toate enunţurile de forma „pentru fiecare x există un y astfel că..." sau „majoritatea" enunţurilor de această formă (oricum s-ar înţelege acest cuvînt aici) ar fi nefalsificabile; şi această afirmaţie a fost folosită în repetate rînduri pentru combaterea criteriului de falsificabilitate. Cf. de exemplu „*Mind*" *54*, 1945, p. 119 şi urm. Întreaga problematică a acestor enunţuri (pe care J. W. N. Watkins le numeşte „all-and-some-statements") este abordată mai pe larg în *Postscriptum*; vezi în special paragraful *24 şi urm.

Dacă examinăm mai întîi axiomele propuse în paragraful 64, vedem că cerința hazardului are de fapt forma logică a unei „ipoteze existențiale"[2]. În schimb, cerința de univocitate nu are această formă; ea nu o poate avea, deoarece un enunț de forma „există *numai un* ..." are forma unui enunț universal („Nu există decît un..." sau „toate... sînt identice").

Or, conform tezei pe care o susțin, doar cerința hazardului, deci ceea ce putem numi „constituentul existențial" al estimărilor de probabilitate, stabilește o relație logică dintre acestea din urmă și enunțurile de bază. Cerința de univocitate, enunțul universal, ca atare, nu ar avea nici un fel de consecințe extensionale. Și într-adevăr: faptul că există o valoare p cu proprietățile cerute poate fi coroborat (în mod provizoriu) în mod extensional, nu însă și faptul că există o *singură* valoare de acest tip. Acest enunț universal ar putea fi semnificativ din punct de vedere extensional, numai dacă enunțuri de bază l-ar putea *contrazice*, adică dacă enunțurile de bază ar putea dovedi existența mai multor astfel de valori. Deoarece însă acest lucru nu este posibil (să ne amintim de nefalsificabilitate, de formula binomială), cerința de univocitate este lipsită de semnificație din punct de vedere extensional*[3].

Iată de ce nu se schimbă relațiile dintre o estimare de probabilitate și enunțurile de bază și nici „confirmabilitatea" gradată a celei dintîi dacă eliminăm cerința de univocitate din sistemul nostru axiomatic. Astfel putem da sistemului axiomatic forma unei ipoteze existențiale pure[3]. În acest caz însă ar trebui să renunțăm la univocitatea estimărilor de probabilitate*[4]; deci am obține (sub acest aspect de univocitate) ceva diferit de calculul uzual al probabilităților.

Cerința de univocitate nu este deci inutilă. Dar atunci ce funcție logică îndeplinește ea?

În timp ce cerința hazardului stabilește relațiile cu enunțurile de bază, cerința de univocitate reglementează relațiile enunțurilor de probabilitate unul față de celălalt. Fără o cerință de univocitate, acestea ar putea fi deductibile, sub forma unor ipoteze existențiale, unele din altele, însă nu ar putea vreodată intra reciproc în *contradicție*. Abia cerința de univocitate dă posibilitatea ca enunțurile de probabilitate să intre într-o contradicție reciprocă, căci această condiție le dă forma unei conjuncții, compuse dintr-un enunț universal și o ipoteză existențială; iar enunțurile de această formă pot avea exact aceleași

---

[2] Ea poate fi exprimată și sub forma: pentru fiecare valoare pentru fiecare n-uplu predecesor și pentru fiecare element cu numărul ordinal x există un element, selecționat relativ la o selecție de predecesori, avînd numărul ordinal $y > x$, astfel încît frecvența atribuită elementului y se abate de la o valoare determinată p cu mai puțin decît ϵ.

*[3] Situația este complet diferită, dacă se adoptă cerința (+2) din nota *2 de la paragraful 64; aceasta are o semnificație empirică și face ipotezele de probabilitate falsificabile (așa cum s-a arătat și în nota *1 de la paragraful 65).

[3] Formalismul calculului probabilităților poate fi în continuare dedus în cadrul acestei axiomatici, numai că formulele trebuie interpretate ca „formule existențiale". Teorema lui Bernoulli, de exemplu, nu ar mai susține că valoarea de probabilitate unică, pentru un n particular, a expresiei $_{\alpha_n}F(\Delta p)$ este apropiată de 1, ci doar că (pentru un n particular) printre diversele valori de probabilitate ale lui $_{\alpha_n}F(\Delta p)$ există cel puțin una care să fie apropiată de 1.

*[4] Așa cum s-a arătat și noua notă *2 de la paragraful 64, se poate elimina orice *cerință* particulară de univocitate, fără a se renunța la univocitatea însăși.

relații logice fundamentale (echivalență, deductibilitate, compatibilitate, incompatibilitate) ca enunțurile universale „normale" ale oricărei teorii (de exemplu, ale unei teorii falsificabile).

Să examinăm acum axioma limitei. Vedem că, asemeni cerinței de univocitate, ea are forma unui enunț universal nefalsificabil, dar că îl depășește pe acesta din punct de vedere al „conținutului". Acest conținut suplimentar nu poate avea nici el o semnificație extensională; în plus, el nu are nici vreo semnificație logico-formală, ci *numai* o semnificație intensională: toate șirurile (matematice) date intensional și care nu au valori limită de frecvență sînt excluse. Din punct de vedere al *aplicației* însă, această excludere se dovedește a nu avea nici măcar intensional vreo semnificație, căci în aplicațiile teoriei probabilităților nu operăm nemijlocit cu șiruri matematice, ci doar cu estimări ipotetice despre șiruri empirice. Excluderea șirurilor fără valori limită ale frecvenței nu ar putea servi, așadar, decît pentru a ne avertiza să nu tratăm ca fiind cvasialeator un șir empiric despre care am admis în mod ipotetic că nu are valori limită ale frecvenței. La ce ne folosește însă un asemenea avertisment[4]? Ce fel de considerații sau presupuneri despre convergența și divergența șirurilor empirice ne-am mai putea permite, din moment ce criteriile de convergență le sînt tot atît de puțin aplicabile ca cele de divergență? Toate aceste întrebări încurcate[5] dispar din momentul excluderii axiomei limitei.

Analiza noastră logică evidențiază astfel forma și funcția componentelor axiomatice izolate și arată ce motive pledează împotriva axiomei limitei și în favoarea condiției de univocitate. Totodată problema decidabilității pare să devină și mai îngrijorătoare. Chiar dacă nu vrem să calificăm exigențele sau axiomele noastre ca fiind „lipsite de semnificații"[6], sîntem totuși constrînși să le caracterizăm ca „non-empirice". Din acest moment, nu are nici o importanță ce fel de cuvinte folosim; însă această descriere a enunțurilor de probabilitate nu contrazice cumva ideea fundamentală a întregii noastre investigații?

67. *Un sistem probabilistic al metafizicii speculative*

Aplicarea cea mai importantă a enunțurilor de probabilitate în fizică este următoarea: anumite regularități (efecte) fizice sînt interpretate ca „legi de

---

[4] Cerința de hazard și cea de univocitate pot fi considerate pe bună dreptate ca astfel de avertismente (intensionale). Cerința de hazard ne avertizează, de exemplu, să nu tratăm șiruri ca fiind cvasialeatoare, dacă presupunem (din indiferent ce motive), că anumite sisteme de joc s-ar putea să nu fie lipsite de succes. Cerința de univocitate ne avertizează să nu atribuim o probabilitate q (cînd $q \neq p$) unui șir despre care presupunem că poate fi descris aproximativ cu ajutorul ipotezei, că probabilitatea sa este egală cu p.

[5] SCHLICK (*Die Naturwissenschaften*, *19*, 1931, p. 158) obiectează din considerente similare împotriva axiomei limitei.

[6] Un pozitivist ar trebui să recunoască aici o întreagă ierarhie de „nonsensuri". Căci pentru el deja legile naturale neverificabile sînt „lipsite de sens" (cf., de exemplu, paragraful 6 și citatele din notele 1 și 2) și cu atît mai mult ipotezele de probabilitate care nu sînt nici verificabile, nici falsificabile. Dintre axiomele noastre, axioma de univocitate, care nu este extensional semnificativă, ar fi „mai lipsită de sens" decît axioma hazardului (de asemenea „lipsită de sens"), care cel puțin are consecințe extensionale. Și „mai lipsită de sens" ar fi axioma limitei, care nici măcar din punct de vedere intensional nu are sens.

ordin macroscopic" sau *„macrolegi"*, adică sînt interpretate sau explicate ca fenomene de masă, sau ca rezultatele observabile ale microevenimentelor ipotetice care nu pot face obiectul unor observaţii directe. Macrolegile se deduc din estimările probabilistice: arătăm că observaţiile care concordă cu regularitatea în cauză sînt de aşteptat să apară cu o probabilitate foarte apropiată de 1, adică cu o probabilitate care se abate de la 1 într-o măsură pe care o putem face oricît de mică dorim. Spunem în acest caz că prin estimarea noastră probabilistică am „explicat" efectul observabil ca pe un „macroefect".

Dacă însă folosim estimări de probabilitate pentru „explicarea" unor regularităţi observabile *fără să aplicăm alte măsuri de precauţie*, alunecăm imediat în speculaţii pe care le putem descrie, conform uzului general, ca fiind tipic „metafizice".

Deoarece enunţurile de probabilitate nu sînt falsificabile, este posibil să „explicăm" *orice regularitate dorim* prin estimări probabilistice. Să luăm de exemplu legea gravitaţiei. Putem construi estimări probabilistice care să „explice" această lege după cum urmează: Fie un anumit eveniment-tip, numit eveniment elementar, de exemplu mişcarea unei particule mici şi o proprietate de bază, direcţia şi viteza acestei particule. Să presupunem acum că acest eveniment prezintă o distribuţie întîmplătoare şi să ne întrebăm, care este probabilitatea ca toate particulele dintr-un anumit domeniu (finit) al spaţiului să se mişte într-o perioadă de timp determinată — deci în timpul unei anumite „perioade cosmice" (Weltperiode) — cu o anumită precizie [desigur, în mod întîmplător], aşa cum cere legea gravitaţiei. Obţinem o probabilitate foarte mică [de fapt neglijabilă, însă nu egală cu 0]. Ne putem pune în continuare întrebarea: ce lungime ar trebui să aibă un n-segment al şirului, respectiv ce durată de timp trebuie presupusă pentru întregul proces, pentru a ne putea aştepta, cu o probabilitate apropiată de 1 (sau care se abate de la 1 prin nu mai mult de o valoare arbitrar de mică ε), la producerea unei astfel de perioade cosmice, în care, ca rezultat al unei acumulări de fenomene aleatoare, observaţiile noastre vor concorda cu legea gravitaţiei. Pentru fiecare valoare aleasă, obţinem un număr finit determinat, chiar dacă acesta este extrem de mare. Putem deci spune: dacă presupunem că segmentul din şir are această lungime extrem de mare — sau, cu alte cuvinte, dacă „lumea" durează suficient de mult —, atunci, ţinînd seama de presupunerea noastră despre hazard, sîntem îndreptăţiţi să ne aşteptăm la producerea unei perioade cosmice în care legea gravitaţiei pare că acţionează, deşi „în realitate" nu are loc decît o împrăştiere aleatoare. Acest tip de „explicaţie" printr-o ipoteză aleatoare poate fi aplicat la orice fel de regularitate. În acest mod putem considera întreaga noastră „lume", cu toate regularităţile sale observate de către noi, ca o fază a unui haos fortuit, ca o *serie de coincidenţe pur accidentale*.

Este evident că astfel de speculaţii sînt „metafizice", ele neavînd vreo semnificaţie ştiinţifică. La fel de clar este că această lipsă de semnificaţie este legată de caracterul lor nefalsificabil, de faptul că oricînd şi în toate circumstanţele putem face astfel de consideraţii. Criteriul meu de demarcaţie corespunde aici cu utilizarea generală dată cuvîntului „metafizic".

Teoriile probabilistice, atunci cînd sînt aplicate fără restricții, nu pot fi caracterizate ca științifice; trebuie să excludem utilizarea lor metafizică, dacă vrem ca ele să fie de vreun folos în practica științei empirice**[1].

68. *Probabilitatea în fizică*

Problema decidabilității creează dificultăți numai epistemologului, nu și fizicianului*[1]. Solicitat să indice un concept de probabilitate practic aplicabil, acesta va propune următoarea *definiție fizică*:

Anumite experimente, deși realizate în anumite condiții riguros controlate, duc la rezultate variabile; dacă un experiment se repetă foarte des, în cazul unui anumit fel de asemenea experimente — al celor cvasialeatoare — [de tipul aruncărilor cu moneda care au ca rezultate „pajura" sau „capul"], frecvențele relative ale rezultatelor singulare se apropie, odată cu creșterea numărului repetițiilor, de o valoare determinată, pe care o putem numi „valoarea de probabilitate" a evenimentului în cauză. Această valoare „... poate fi empiric determinată prin serii lungi de experiențe cu orice grad de aproximație"[1], astfel *explicîndu-se și posibilitatea de falsificare a unei evaluări ipotetice de probabilitate.*

**[1] Cînd am scris aceasta, am crezut că speculațiile de tipul celor descrise mai sus vor fi lesne recunoscute ca fiind inutile, tocmai datorită aplicabilității lor nelimitate. Se pare însă că ele sînt mai tentante decît mi-am imaginat. Căci s-a susținut următoarea idee (de exemplu J. B. S. HALDANE în „*Nature*", *122*, 1928, p. 808, cf. de asemenea și lucrarea sa *Inequality of Man*, p. 163 și urm.): dacă acceptăm teoria probabilistică a entropiei, trebuie să considerăm ca fiind cert sau aproape cert că lumea se va dezagrega prin ea însăși în mod accidental, dacă așteptăm suficient de mult. Desigur că între timp această teză a fost deseori reluată de alții. Eu totuși cred că această teză este un exemplu perfect al modului de gîndire criticat în textul meu, căci din aceste considerații s-ar putea deduce practic cu certitudine aproape deplină orice așteptare. Toate acestea arată foarte clar pericolele pe care le ascund enunțurile de formă existențială, formă comună atît enunțurilor probabilistice cît și majorității enunțurilor metafizice. (Cf. paragraful 15.) (La baza teoriei lui Haldane stă cea a lui Boltzmann.)

*[1] Problema examinată aici a fost deja discutată cu claritate și în detaliu cu mult timp în urmă de către fizicienii P. și T. EHRENFEST (*Encycl. d. Math. Wiss.*, 4. Teilband, Heft 6 (12.12. 1911), paragraful 30). Ei au considerat-o ca o *problemă conceptuală și epistemologică*. Ei au introdus și conceptul de „ipoteze probabilistice de ordinul 1, 2, 3...*k*"; o ipoteză probabilistică de ordinul doi este, de exemplu, evaluarea frecvenței cu care apar anumite frecvențe într-un ansamblu de ansamble. P. și T. Ehrenfest nu operează însă cu vreun concept care să corespundă celui de *efect reproductibil*, în timp ce acesta joacă la noi un rol hotărîtor în rezolvarea problemei care a fost deosebit de bine expusă de acești autori. În legătură cu aceasta trebuie amintit în special de opoziția dintre Boltzmann și Planck, pe care P. și T. Ehrenfest o discută în nota 247 și urm. și care, după părerea mea, poate dispărea, dacă folosim conceptul de efect reproductibil. Căci în condiții experimentale potrivite, fluctuațiile pot duce la efecte reproductibile, cum a arătat în mod magistral teoria einsteiniană despre mișcarea browniană. Vezi și nota *1 de la paragraful 65 și anexele *VI și *IX.

[1] Citat din BORN-JORDAN, *Elementare Quantenmechanik*, 1930, p. 306; cf. și începutul din *Quantum Mechanics* de DIRAC, 1930, citat de mine în paragraful 74; de asemenea WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik* (ed. a 2-a, 1931, p. 66).

Împotriva unei definiţii de acest tip, matematicienii şi logicienii trebuie să ridice o serie de obiecţii, în special următoarele:

(1) Definiţia nu concordă cu calculul probabilităţilor, deoarece conform teoremei lui Bernoulli numai *aproape* toate segmentele foarte lungi au un comportament cvasiconvergent; astfel că nu putem defini probabilitatea prin această stabilitate statistică, prin acest comportament cvasiconvergent, deoarece expresia: „aproape toate", care în mod corect ar trebui să apară în *definiens*, nu este altceva decît un sinonim pentru o probabilitate foarte mare. Această definiţie este aşadar circulară. Acest fapt poate fi disimulat — prin omiterea cuvîntului „aproape" —, însă nu poate fi înlăturat. Definiţia fizică face însă tocmai acest lucru; iată motivul pentru care nu poate fi acceptată.

(2) Cînd spunem că o serie de experimente este „lungă"? Fără indicarea unui criteriu de „lungime" nu putem şti cînd, sau dacă am obţinut o aproximaţie pentru valoarea probabilistică.

(3) Cum putem recunoaşte dacă am obţinut *aproximaţia* dorită?

Deşi consider aceste obiecţii ca justificate, cred totuşi că putem reţine definiţia fizicienilor. Îmi bazez această convingere pe argumentele şi consideraţiile din paragraful precedent. Acestea arată că ipotezele probabilistice îşi pierd orice conţinut informativ dacă permitem aplicarea lor nelimitată. Nici fizicienii nu le vor utiliza în această formă; de aceea, voi exclude utilizarea fără rezerve a ipotezelor probabilistice prin *decizia metodologică de a nu explica niciodată efecte fizice, regularităţi reproductibile prin acumulări de accidente.* Această decizie duce, evident, la modificarea conceptului de probabilitate, la restrîngerea sa*2. Obiecţia (1) nu mă afectează, deoarece nici nu susţin cîtuşi de puţin identitatea dintre conceptul de probabilitate fizic şi matematic, ci, dimpotrivă, o neg. Însă o nouă obiecţie vine s-o înlocuiască pe prima:

(1'). Cînd putem vorbi despre „acumulări de accidente"? În cazul unei probabilităţi mici. Însă cînd este o probabilitate „*mică*"? Consider ca o premisă faptul că, pe baza deciziei formulate adineauri, nu voi aplica metoda discutată în paragraful precedent, de a face dintr-o probabilitate mică prin modificarea formulării [matematice] a problemei o probabilitate arbitrar de mare. Pentru a realiza însă această decizie trebuie să ştim ce considerăm a fi „mic".

În cele ce urmează se va arăta că regulă metodologică propusă concordă cu definiţia fizicienilor şi că aceasta din urmă ne permite să răspundem la obiecţiile din întrebările (1'), (2) şi (3). Pentru început, nu voi lua în consideraţie decît *un singur* caz tipic de aplicare a calculului probabilităţilor. Mă refer la cazul anumitor *macroefecte* care pot fi descrise cu ajutorul unor regularităţi („macrolegi") precise — ca de exemplu presiunea gazelor — şi pe care le interpretăm sau explicăm printr-o acumulare foarte mare de microprocese, cum ar fi coliziunile moleculare. Celelalte cazuri tipice de aplicare (fenomenele statistice de fluctuaţii, statistica proceselor individuale cvasialeatoare) se pot reduce

---

*2 Decizia metodologică formulată aici restrînge conceptul de probabilitate, aşa cum şi acesta este restrîns prin decizia adoptării şirurilor cvasialeatoare *de lungime minimă* ca modele matematice ale şirurilor empirice (cf. nota *1 din paragraful 65).

fără dificultate prin acest caz, pe departe cel mai important, al fenomenului de masă extrem [și reproductibil]*3.

Să presupunem, deci, că un efect descris printr-o lege bine coroborată trebuie redus la șiruri cvasialeatorii ale anumitor microevenimente. Să presupunem că legea afirmă că, în anumite condiții, o mărime fizică are valoarea p. Să considerăm că efectul este „precis", deci că nu se produc fluctuații măsurabile, deci că nu se produc abateri de la p dincolo de intervalul $\pm\varphi$ [cf. paragraful 57] în cadrul căruia măsurătorile efectuate de noi vor oscila datorită impreciziei inerente tehnicii de măsurare din acel moment. Facem acum presupunerea că p trebuie interpretat ca o probabilitate a unui șir α de microevenimente; de asemenea mai presupunem că la producerea efectului mai concură n microevenimente. În acest caz (cf. paragraful 61) putem calcula pentru fiecare valoare aleasă δ, probabilitatea ${}_{\alpha_n}F(\Delta p)$, cu care o valoare va fi așteptată ca rezultat al măsurătorii în intervalul Δp. Probabilitatea complementară o notăm cu ε. Avem deci ${}_{\alpha_n}F(\overline{\Delta p})=\varepsilon$. Conform teoremei lui Bernoulli, ε tinde spre zero pe măsură ce n crește nelimitat.

Dacă presupunem că ε este așa de „mic", încît poate fi neglijat [întrebarea (1') referitoare la ceea ce înseamnă „mic" în această supoziție va fi examinată în curînd] Δp va trebui interpretat ca domeniul în cadrul căruia măsurătorile se apropie de valoarea p. Astfel vedem că cele trei mărimi: ε, n, Δp corespund celor trei întrebări (1'), (2), (3); Δp, respectiv δ, poate fi ales arbitrar, noi restrîngînd astfel caracterul arbitrar al alegerii lui ε și n. Avînd însă sarcina să deducem macroefectul „precis" $p(\pm\varphi)$, nu vom presupune δ ca mai mare decît φ; în ceea ce privește efectul p, deducția va fi satisfăcătoare, dacă o putem realiza pentru un oarecare $\delta\leqslant\varphi$[φ fiind dat de către tehnica de măsurare]. Alegem acum un astfel de δ. În acest mod am redus întrebarea (3) la celelalte două.

Prin alegerea lui p stabilim o relație dintre n și ε, deoarece fiecărui n îi corespunde univoc reversibil o valoare ε. Întrebarea (2): cînd este un n suficient de lung? poate fi redusă așadar la întrebarea (1'): cînd este un ε mic? (și invers).

Aceasta înseamnă că s-ar putea răspunde la toate cele trei întrebări dacă ne-am decide să neglijăm o *anumită valoare a lui* ε. Or, noi sîntem hotărîți să neglijăm valori mici ale lui ε (regula metodologică!), însă cu greu vom fi dispuși să ne fixăm asupra unei *valori strict determinate a lui* ε.

Dacă punem unui fizician întrebarea, la care ε vrea să renunțe, la 0,001, sau 0,000001 sau...?, acesta va răspunde probabil, că ε nu-l interesează absolut deloc, căci el nu a ales ε, ci n, și anume astfel, încît corelația dintre n și Δp să fie în mare măsură *independentă* de orice *modificare* a valorii ε.

Acest răspuns este justificat, din cauza particularităților matematice ale distribuției lui Bernoulli: pentru orice n putem determina dependența funcțională dintre ε și Δp*4. O examinare a acestei funcții arată că pentru *fiecare n*

*3 În prezent am îndoieli în legătură cu termenul „fără dificultate", deoarece în toate cazurile, cu excepția macroefectelor extreme, discutate în acest paragraf, trebuie să folosim metode statistice extrem de subtile. Vezi de asemenea anexa *IX, în special „Nota a treia".

*4 Observațiile care vor urma în cadrul acestui alineat (și unele din discuțiile de la sfîrșitul acestui paragraf) sînt acum clarificate și depășite datorită considerațiilor din anexa *IX; vezi în special în Nota a treia, punctele 8 și urm. Cu ajutorul metodelor aplicate acolo, se poate demonstra că aproape toate eșantioanele statistice posibile cu o mare dimensiune n vor submina puternic o ipoteză probabilistică dată, adică îi vor conferi un înalt grad *nega-*

(„mare“) există o valoare caracteristică a lui Δp, în aşa fel încît în apropierea acestei valori, Δp este foarte insensibil faţă de fluctuaţiile lui ε. Această insensibilitate creşte odată cu creşterea lui n. Pentru un n avînd ordin de mărime care apare în cazul fenomenelor tipice de masă, insensibilitatea lui Δp în apropierea valorii sale caracteristice, faţă de modificări ale lui ε este aşa de mare, încît Δp aproape că nu se modifică nici în cazul schimbării ordinii de mărime a lui ε. Fizicienii nu vor acorda însă prea mare importanţă unor limite precise ale lui Δp: căci (în cazul fenomenelor de masă tipice, la care ne limităm aici), se poate considera că Δp corespunde intervalului de măsurare $\pm\varphi$, iar acesta nu are, aşa cum s-a văzut în paragraful 37, limite precise, ci doar „limite de condensare“. De aceea vom spune că n este „mare“, cînd insensibilitatea lui Δp în apropierea valorii sale caracteristice, pe care o putem determina, va fi cel puţin aşa de mare, încît chiar modificări în ordinul de mărime al lui ε nu duc la fluctuaţii ale valorii lui Δp decît în cadrul „limitelor de condensare“ ale lui $\pm\varphi$. (Cînd $n \to \infty$, atunci Δp devine complet insensibil.) Dacă aceasta este situaţia, chiar nu trebuie să ne mai intereseze determinarea exactă a lui ε: *este suficientă decizia să neglijăm un ε mic*, chiar dacă nu am stabilit exact ce trebuie înţeles prin „mic“. Aceasta corespunde deciziei de a opera cu valorile caracteristice ale lui Δp menţionate anterior, care sînt insensibile faţă de modificările lui ε.

Regula că trebuie neglijate întîmplările extreme (regulă care devine suficient de explicită numai în lumina explicaţiilor anterioare) corespunde şi cerinţei de *obiectivitate ştiinţifică*. Este evident că regula noastră suscită o obiecţie. Aceasta constă în afirmaţia că chiar şi improbabilitatea cea mai mare rămîne totuşi o probabilitate, oricît de mică ar fi aceasta; că în consecinţă chiar şi evenimentele-tip cele mai improbabile — adică cele pe care ne propunem să le neglijăm — vor avea loc odată şi odată. Această obiecţie poate fi însă eliminată prin recurgerea la *conceptul de efect fizic reproductibil*, care este strîns legat de ideea de obiectivitate (cf. paragraful 8). Eu nu neg posibilitatea producerii unor evenimente improbabile. Eu nici nu pretind, de exemplu, că moleculele unui mic volum de gaz nu s-ar putea retrage spontan, pentru o scurtă perioadă de timp, într-o parte a volumului sau că într-un volum foarte mare de gaz nu s-ar putea produce niciodată variaţii spontane de presiune. Ceea ce afirm, însă, este că evenimente-tip de acest gen nu ar putea apărea niciodată ca efecte fizice, deoarece, datorită extremei lor improbabilităţi, ele *nu ar putea fi reproductibile după voie*. Chiar dacă un fizician ar putea observa un astfel de proces, el ar fi incapabil să-l reproducă şi de aceea nu ar putea decide ce s-a întîmplat în realitate în acest caz şi dacă nu cumva a făcut o eroare de observaţie. Dacă

---

tiv de coroborare, şi putem decide să interpretăm aceasta ca o infirmare sau falsificare. Din restul de eşantioane rămase, majoritatea vor susţine ipoteza, adică îi vor conferi un înalt grad *pozitiv* de coroborare. Relativ puţine eşantioane care au un n mare vor conferi unei ipoteze probabilistice un grad de coroborare nedefinit (pozitiv sau negativ). Aşadar putem presupune că avem posibilitatea să infirmăm o ipoteză probabilistică în sensul aici enunţat; şi putem spera acest lucru cu o certitudine poate mai mare decît în cazul unei ipoteze nonprobabilistice. Regula sau decizia metodologică de a considera (pentru un n mare) un grad de coroborare negativ ca fiind o falsificare constituie desigur un caz specific al regulii sau deciziei metodologice, discutată în acest paragraf, de a neglija anumite improbabilităţi extreme.

însă abaterile de la un macroefect dedus în felul indicat sînt *reproductibile*, presupunem că estimarea probabilistică a fost *falsificată*.

Aceste considerații ne permit și înțelegerea unor formulări, ca aceasta a lui Eddington[2], care distinge două categorii de legi fizice: „legile primei categorii interzic anumite lucruri, a căror producere este *imposibilă*. Legile din categoria a doua interzic anumite lucruri, a căror producere este prea *improbabilă* pentru a se putea produce vreodată. Legile din prima categorie sînt legi primare, cele din a doua categorie sînt legi secundare". Deși această formulare este atacabilă — eu aș prefera să mă abțin de la pronunțarea unor afirmații necontrolabile referitoare la întrebarea, dacă aceste lucrări extrem de improbabile se produc vreodată sau nu —, ea concordă însă bine cu modul în care fizicienii aplică teoria probabilităților.

Celelalte cazuri la care poate fi aplicată teoria probabilităților, ca de exemplu cazul fluctuațiilor statistice sau cel al statisticii evenimentelor individuale cvasialeatoare, pot fi reduse la cazul discutat aici, anume cel al macroefectului „precis" măsurabil. Vorbim de „fluctuații statistice" (de exemplu mișcarea browniană) atunci cînd intervalul de precizie al măsurătorii ($\pm\varphi$) este mai mic decît intervalul Δp „caracteristic" numărului n de micro-evenimente care concură la producerea efectului, deci cînd abaterile măsurabile în raport cu p sînt considerate ca „foarte" probabile. *Faptul că* astfel de abateri apar va putea fi testat, căci însăși fluctuația devine un efect susceptibil a fi reprodus; acestui efect îi sînt însă aplicabile considerațiile mele anterioare: conform regulilor mele metodologice, fluctuațiile ce trec dincolo de o anumită ordine de mărime [care depășește un interval Δp determinat] nu trebuie să fie reproductibile, și nici șirurile mai lungi de fluctuații orientate în una și aceeași direcție etc. Argumente similare sînt valabile și pentru statisticile evenimentelor individuale cvasialeatoare.

Rezum considerațiile mele referitoare la problema decidabilității.

Întrebarea a fost următoarea: Cum pot ipotezele probabilistice nefalsificabile juca rolul unor legi naturale în știința empirică?

Iată răspunsul: În măsura în care nu sînt falsificabile, enunțurile probabilistice sînt metafizice și lipsite de semnificație empirică; iar în măsura în care apar ca enunțuri empirice, ele sînt utilizate ca enunțuri falsificabile.

Acest răspuns atrage după sine o altă întrebare: Cum este posibil ca enunțurile probabilistice — care nu sînt falsificabile — să fie utilizate ca enunțuri falsificabile? (Nu încape nici o îndoială că ele pot fi astfel utilizate: fizicianul știe foarte bine cînd trebuie să considere o ipoteză probabilistică ca falsificată.) Această problemă prezintă două aspecte. Pe de-o parte, posibilitatea utilizării enunțurilor probabilistice ca enunțuri falsificabile trebuie făcută inteligibilă prin forma lor logică. Pe de altă parte, trebuie să analizăm regulile care stau la baza utilizării lor ca enunțuri falsificabile.

Conform paragrafului 66, enunțurile de bază acceptate pot corespunde într-o măsură mai mare sau mai mică cu o anumită estimare probabilistică, ele pot „reprezenta" mai mult sau mai puțin bine un segment tipic al unui șir de probabilitate. Aici ar putea interveni regula metodologică; aceasta ar putea cere, de exemplu, ca gradul de corespondență dintre enunțurile de bază și estimările

[2] EDDINGTON, *The Nature of the Physical World*, 1928, p. 75.

probabilistice să fie cutare sau cutare; cu alte cuvinte, regula ar putea trasa o linie de demarcaţie arbitrară şi să declare anumite segmente ca permise, iar altele, de exemplu cele atipice sau nereprezentative, ca interzise.

O analiză mai atentă a acestei posibilităţi demonstrează că această linie de demarcaţie, dintre ceea ce este permis şi ceea ce este interzis, nu trebuie trasată aşa de arbitrar, precum pare la prima vedere. Şi, în plus, nimic nu mă obligă ca această linie să fie trasată „tolerant", deoarece putem alege o astfel de reglementare încît linia de demarcaţie dintre ceea ce este permis şi ceea ce este interzis să fie determinată, ca şi în cazul altor legi, de precizia ce poate fi atinsă în măsurători.

Regula metodologică propusă de noi conform criteriului nostru de demarcaţie nu interzice nici producerea unor segmente atipice sau nereprezentative, şi nici producerea repetată a unor abateri (tipice, dealtfel, şirurilor de probabilitate). Ceea ce interzice ea este producerea, susceptibilă a fi prevăzută şi reprodusă, a unor abateri sistematice, cum ar fi abaterile într-o direcţie anumită sau producerea unor segmente care sînt atipice într-un fel anumit. Ea cere nu o simplă corespondenţă aproximativă, ci cea mai bună concordanţă pentru ceea ce poate fi reprodus şi testat — pentru toate *efectele*.

69. *Lege şi hazard*

Se obişnuieşte să se afirme că mişcarea planetelor este supusă unor legi stricte, în timp ce jocurile cu zarurile sînt guvernate de hazard. După părerea mea, diferenţa rezidă în faptul că pînă în prezent am fost în măsură să prevedem cu succes mişcarea planetelor, nu însă şi rezultatele individuale ale aruncărilor cu zarul.

Pentru a deduce predicţii este nevoie de legi şi de condiţii iniţiale; dacă nu dispunem de legi adecvate sau dacă condiţiile iniţiale nu pot fi stabilite, nu vom reuşi. În jocul cu aruncarea zarurilor lipseşte, în mod evident, cunoaşterea condiţiilor iniţiale. Dacă am dispune de măsurători suficient de precise ale condiţiilor iniţiale, am putea face predicţii şi în acest caz; însă regulile de joc ale unor aruncări „corecte" sînt astfel alese (agitarea zarurilor!), încît aproape că nu sînt compatibile cu o măsurare exactă a condiţiilor iniţiale. Atît regulile de joc, cît şi celelalte norme care determină condiţiile în care se desfăşoară diferitele evenimente ale unui şir aleator, le voi numi: *„condiţii-cadru"*. Printre ele figurează, de exemplu, condiţia ca zarul să fie „veritabil" (adică fabricat dintr-un material omogen), condiţia ca înainte de aruncare el să fie agitat etc.

Probabil că în alte cazuri deducţia unor predicţii nu va reuşi, deoarece (pînă în prezent) nu au putut fi formulate legi adecvate; orice încercare de a stabili o lege a eşuat datorită falsificării previziunilor. În aceste cazuri am putea dispera tot căutînd o lege satisfăcătoare (dar probabil că nu vom renunţa decît în cazul în care ne descurcăm bine cu ajutorul unor predicţii frecvenţiale). Nu vom putea însă niciodată afirma odată pentru totdeauna că în cutare domeniu

nu există legi (imposibilitatea verificării!). Concepția mea *subiectivizează**1 așadar conceptul de hazard. Vorbesc despre hazard, cînd cunoștințele noastre sînt insuficiente pentru formularea unor predicții, căci și lipsa unor condiții inițiale în cazul jocului cu zarurile poate fi considerată ca o lipsă în cunoștințele noastre (este plauzibil că un fizician echipat cu instrumente bune poate prevedea un rezultat sau altul din jocurile cu zarurile, pe care alte persoane nu le pot prevedea).

Împotriva acestei concepții subiective s-a căutat adesea să se susțină o concepție obiectivă. În măsura în care aceasta din urmă operează cu ideea metafizică, conform căreia evenimentele însele sînt sau nu determinate, nu o voi examina mai în detaliu (cf. paragrafele 71 și 78). Ori de cîte ori predicțiile noastre sînt încununate de succes, vorbim de „legi", în cazul că nu sînt, nu putem ști nimic despre existența sau inexistența unor legi*2[57].

Mai demnă de luat în seamă este însă următoarea încercare: S-ar putea spune într-un sens obiectiv că hazardul există atunci cînd estimările noastre probabilistice sînt coroborate, tot astfel cum afirm că există regularități cînd predicții deduse din legi sînt coroborate.

Deși nu consider o astfel de definiție ca fiind inutilizabilă, trebuie totuși să subliniez foarte clar că conceptul de „hazard" astfel definit nu este opus conceptului de „lege"; de aceea am și numit șirurile de probabilitate ca fiind „*cvasi*aleatoare". În general, un șir de rezultate experimentale devine cvasialeator deja în momentul în care condițiile cadru care definesc acest șir nu coincid cu condițiile inițiale; deci cînd experimentele realizate în aceleași condiții cadru se desfășoară în condiții inițiale diferite, obținîndu-se astfel rezultate diferite. Nu mă pronunț asupra faptului dacă ar putea exista șiruri cvasialeatoare ale căror elemente nu pot fi în nici un fel prevăzute. Din caracterul cvasialeator al unui șir nu ne este permis nici măcar să tragem concluzia că elementele sale nu sînt predictibile sau că ele se datorează „hazardului", în sensul subiectiv al unei cunoașteri insuficiente, cu atît mai inadmisibil ar fi să inferăm inexistența „obiectivă" a legilor (în sensul metafizic)*3.

---

*1 Aceasta nu înseamnă că aici fac vreo concesie interpretării subiective a *probabilității, dezordinii* sau *neregularității*.

*2 În acest paragraf am respins o teorie metafizică (tocmai datorită caracterului ei metafizic) pe care însă în *Postscriptum* o susțin cu mult zel, deoarece deschide, după părerea mea, noi orizonturi și promite soluția unor dificultăți importante și în plus pentru că s-ar putea să fie adevărată. Deși în momentul cînd scriam *Logica cercetării* eram conștient de faptul că aveam convingeri metafizice și deși am atras de atunci atenția asupra influenței și valorii ideilor metafizice pentru știință, totuși nu mi-a fost suficient de clar că se pot prezenta argumente raționale în favoarea unor doctrine metafizice, că, în ciuda caracterului lor irefutabil, ele sînt criticabile. Vezi în această privință ultimul capitol din *Postscriptum*, unde se discută *programe de cercetare metafizice*.

*3 Cred că aș fi fost și mai clar în expunerea mea, dacă aș fi argumentat-o după cum urmează. Nu putem niciodată repeta absolut exact un experiment — tot ceea ce putem face, este să menținem *anumite* condiții constante în cadrul anumitor limite. Deci nu constituie un argument în favoarea caracterului obiectiv al fenomenelor fortuite, sau aleatorii, sau al absenței unei legi, faptul că anumite aspecte ale rezultatelor noastre experimentale se repetă, în timp ce altele oscilează în mod neregulat; aceasta este valabil îndeosebi pentru cazul cînd ordinea experimentelor este astfel stabilită, încît condițiile experimentelor să varieze (ca de exemplu în cazul aruncărilor cu moneda). Pînă aici sînt încă de acord cu afirmațiile mele făcute în text. Există însă *alte* argumente ce pot fi aduse în favoarea caracterului obiectiv

Nu numai că este imposibil să deducem din caracterul cvasialeator al șirului ceva despre legitatea sau lipsa de regularitate a *evenimentelor individuale*, dar mai mult chiar, nu ne este permis să inferăm din coroborarea estimărilor probabilistice că *șirul însuși* prezintă o neregularitate completă, deoarece știm că există șiruri cvasialeatoare construite conform unei reguli matematice (cf. anexa IV). Faptul că un şir are o distribuţie bernoulliană nu constituie un *indiciu* privind absența legii și cu atît mai puțin ar putea fi socotit „*identic* prin definiţie cu absenţa legii"[1]. Succesul predicţiilor probabilistice nu trebuie considerat a fi mai mult decît un indiciu al lipsei de legi *simple* în structura *șirului* (cf. paragrafele 43 și 58) [în opoziție cu elementele care îl constituie]. Se coroborează doar ipoteza libertăţii faţă de influenţa predecesorilor care este echivalentă cu ipoteza că nu se pot descoperi astfel de legi *simple* — şi nimic mai mult.

70. *Deductibilitatea macrolegilor din microlegi*

O prejudecată, care în vremea din urmă face obiectul unei critici severe, este aceea că *toate* evenimentele observabile trebuie explicate ca însumări, deci că toate macroevenimentele sînt explicabile ca acumulări sau sume ale unor microevenimente (această teorie prezintă similitudini cu cea mecanicistă). Ca și alte prejudecăți de acest fel, aceasta pare să fie numai o exagerare [un fel de ipostaziere] metafizică a unei reguli metodologice în sine justificată. Anume a regulii de a încerca să realizăm simplificări sau generalizări printr-o astfel de însumare sau integrare. Ar fi însă eronat să credem că aceste încercări ar putea avea succes dacă folosim numai *microipoteze*. Dimpotrivă, acestora trebuie să li se asocieze întotdeauna *estimări ipotetice de frecvență*, deoarece rezultate statistice nu pot fi derivate decît din presupoziții statistice. Aceste estimări de frecvenţă sînt întotdeauna ipoteze independente, la care, ce-i drept, putem ajunge uneori în timp ce studiem legi ale microevenimentelor, dar care nu pot fi niciodată derivate din aceste legi. Estimările de frecvenţă formează o clasă aparte de ipoteze; ele constituie interdicţii care, ca să zicem aşa, reglementează legile în domeniul numerelor mari[1]. R. von Mises a enunţat această idee foarte clar[2]: „Nici cea mai neînsemnată teoremă a teoriei cinetice a gazelor nu derivă din fizica clasică, fără ajutorul unor ipoteze de ordin statistic".

---

al hazardului; unul din acestea, datorat lui Alfred Landé („briciul lui Landé"), prezintă o importanță deosebită în acest sens. Acest argument îl analizez detaliat în *Postscriptum*, paragraful *90 și urm.

[1] Cum afirmă SCHLICK în *Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik*, „*Naturwissenschaften*", *19*, 1931, p. 157.

[1] A. MARCH scrie, în *Die Grundlagen der Quantenmechanik*, 1931, p. 250, că particulele unui gaz nu se pot comporta „... cum vor ele, ci fiecare din ele trebuie să aibă un comportament care să fie în concordanță cu comportamentul celorlalte. Poate fi considerat ca unul din principiile cele mai fundamentale ale mecanicii cuantice faptul că întregul este mai mult decît simpla sumă a părților".

[2] R. von MISES, *Über kausale und statistische Gesetzmässigkeit in der Physik*, „*Erkenntnis*", *1*, p. 207 (cf. și „*Naturwissenschaften*", *18*, 1930).

Estimările statistice, enunţurile de frecvenţă nu pot fi deci niciodată deduse pur şi simplu din legile „deterministe", din simplul motiv că, pentru a deduce o previziune oarecare din astfel de legi, avem nevoie de condiţii iniţiale. În orice derivare a unor legi statistice din microipoteze (cu caracter „determinist" sau „precis") intervin ipoteze de natură statistică asupra *distribuţiei* condiţiilor iniţiale[*1].

Este izbitor faptul că ipotezele de frecvenţă ale fizicii teoretice sînt în cea mai mare parte *ipoteze ale distribuţiei egale*, ceea ce nu implică nicidecum că ar fi „evidente în sine" sau, *a priori* valabile, ceea ce se poate observa şi din deosebirile existente între statistica clasică, cea a lui Bose-Einstein, şi cea a lui Fermi. Ele arată cum ipoteze particulare pot fi combinate cu o ipoteză a distribuţiei egale, ducînd în fiecare caz la definiţii diferite ale şirurilor de referinţă şi ale proprietăţilor primare pentru care se presupune distribuţia egală.

Cu ajutorul unui exemplu vom încerca să ilustrăm cît de indispensabile sînt ipotezele de frecvenţă, chiar şi atunci cînd sîntem înclinaţi să le ignorăm.

Să privim o cascadă. Putem observa anumite regularităţi curioase: volumul diferiţilor curenţi care constituie cascada variază, iar din timp în timp cîte-un jet cade la o depărtare mai mare de curentul principal; însă în cadrul tuturor acestor schimbări şi variaţii se poate constata o anumită regularitate care sugerează un efect evident statistic. Dacă facem abstracţie de unele probleme de hidrodinamică nerezolvate încă (referitoare la formarea vîrtejurilor etc.), putem, în principiu, prezice traiectoria oricărui volum de apă — de exemplu al unui grup de molecule — cu orice grad de precizie dorit, dacă ne sînt date condiţii iniţiale suficient de precise. Putem deci presupune că ar fi posibil să prezicem pentru fiecare moleculă, deja cu mult în amonte de cascadă, în ce loc va trece ea peste marginea cascadei, în ce punct va cădea etc. În acest fel se pot (în principiu) calcula traiectoriile unui număr oarecare de molecule, şi, dacă ne sînt date condiţii iniţiale suficiente, am putea (în principiu) probabil şi deduce unele din fluctuaţiile statistice ale cascadei menţionate anterior; însă numai una sau alta din variaţiile *individuale*, nu şi regularităţile statistice recurente şi cu atît mai puţin distribuţia statistică ca atare. Pentru a le explica pe acestea din urmă sînt necesare estimări statistice sau cel puţin supoziţia că anumite condiţii iniţiale se vor produce *mereu şi mereu* pentru un număr mare de particule de apă (ceea ce echivalează cu un enunţ universal): obţinem un

---

[*1] Această teză, susţinută de von Mises şi preluată de mine, a fost contestată de diferiţi fizicieni, printre care P. JORDAN (vezi *Anschauliche Quantentheorie*, 1932, p. 282, unde Jordan foloseşte ca argument împotriva tezei mele faptul că anumite forme ale ipotezei ergodice au fost recent demonstrate). Expusă însă sub forma afirmaţiei că *concluziile probabilistice cer premise probabilistice* — de exemplu premise ale teoriei măsurătorilor, în care intră anumite supoziţii de distribuţie egală — teoria mea mai curînd este susţinută decît infirmată prin exemplul lui Jordan. Einstein de asemenea a criticat această teză în ultimul paragraf al unei interesante scrisori reprodusă în anexa *XII. Cred că Einstein s-a gîndit atunci la o interpretare subiectivă a probabilităţii şi la un principiu de indiferenţă (care în teoria subiectivă nu pare a fi o ipoteză despre distribuţii egale). Mult mai tîrziu Einstein a adoptat, cel puţin cu titlu de încercare, o interpretare frecvenţială (a teoriei cuantice).

rezultat statistic dacă şi numai dacă facem ipoteze specifice de tipul celor referitoare la distribuţia frecvenţelor pentru condiţiile iniţiale.

71. *Enunţuri de probabilitate „formaliste"*

Numesc un enunţ probabilistic „formalist" (adică „singular" numai în ceea ce priveşte forma) dacă el atribuie o „probabilitate" unui eveniment singular sau unui element singular dintr-o clasă de evenimente determinată*1, de exemplu, „probabilitatea că următoarea aruncare cu zarul va da cinci este de $\frac{1}{6}$" sau „probabilitatea unei aruncări cu rezultatul cinci este pentru fiecare aruncare (efectuată cu acest zar) de $\frac{1}{6}$". Din punctul de vedere al teoriei frecvenţiale, astfel de enunţuri sînt considerate a fi incorecte, deoarece o „probabilitate" nu poate fi atribuită unor evenimente singulare, ci doar şirurilor (infinite) de evenimente. Ele pot fi însă fără dificultate interpretate ca fiind corecte, dacă definim probabilitatea formalistă în mod corespunzător cu ajutorul conceptului de probabilitate obiectivă (frecvenţa relativă). Voi utiliza simbolul „${}_{\alpha}P_k(\beta)$" pentru probabilitatea formalistă, că un anumit eveniment k are proprietatea β, în calitate de element al şirului α (în simboluri[1], $k\varepsilon\beta$) şi definesc apoi:

$${}_{\alpha}P_k(\beta)={}_{\alpha}F(\beta) \qquad (k\varepsilon\alpha) \qquad \textit{(Definiţie)}$$

În cuvinte: Probabilitatea formalistă că evenimentul k, ca element al clasei α, are proprietatea β este, prin definiţie, egală cu probabilitatea obiectivă a proprietăţii β în cadrul şirului de referinţă α.

Această definiţie simplă, aproape evidentă, se dovedeşte a fi deosebit de fertilă; ea ne va ajuta chiar (cf. paragrafele 75, 76) să clarificăm anumite probleme deosebit de complicate ale teoriei cuantice moderne.

După cum arată şi definiţia, un enunţ de probabilitate formalist este incomplet dacă nu putem deduce din el clasa de referinţă. Deşi deseori α nu este menţionat în mod explicit, este totuşi de obicei clar la care α ne referim; astfel, deşi enunţul dat în exemplul nostru nu specifică nimic despre şirul de referinţă α, este destul de evident că el se referă la toate şirurile de aruncări efectuate cu zaruri „veritabile".

În numeroase cazuri, pentru un eveniment k pot exista mai multe şiruri de referinţă diferite. În aceste cazuri este de la sine înţeles că se pot formula diferite enunţuri de probabilitate formaliste referitoare la acest eveniment. Astfel, probabilitatea că un anumit individ k va muri într-o anumită perioadă de timp dată poate căpăta valori foarte diferite, în func-

*1 Termenul de „formalist" urmăreşte să exprime ideea unui enunţ singular în forma sa (sau „formal singular"), deşi semnificaţia sa poate fi determinată prin enunţuri statistice. Vezi şi nota *3 de la p. 216 şi p. 425, *Adaos*.

[1] Semnul „...ε...", numit „copulă", înseamnă: „...este un element al clasei...".

ție de faptul dacă încadrăm individul în categoria sa de vîrstă sau în categoria profesională etc. Nu se poate stabili o regulă general valabilă care să ne spună care din clasele de referință posibile trebuie alese. (Deseori clasa de referință cea mai îngustă poate să fie cea mai potrivită, cu condiția, însă, ca ea să fie suficient de mare, pentru a permite ca estimarea probabilității să se bazeze pe o extrapolare statistică rezonabilă și să fie coroborată de un număr suficient de cazuri.)

Nu puține sînt așa-numitele „paradoxuri" ale teoriei probabilităților care dispar odată cu constatarea că unuia și aceluiași eveniment, ca element al unor clase de referință diferite, îi pot fi atribuite probabilități diferite. Se spune, de exemplu, cîteodată, că probabilitatea ${}_{\alpha}P_{k}(\beta)$ a unui eveniment *înainte* de producerea sa diferă de cea a aceluiași eveniment *după* ce el s-a produs; înainte ar putea fi $\frac{1}{6}$, după aceea însă nu poate fi decît 1 sau 0. Această concepție este, desigur, total eronată; căci ${}_{\alpha}P_{k}(\beta)$ rămîne nemodificat, atît înainte, cît și după producerea evenimentului. Nimic nu s-a schimbat, exceptînd faptul că pe baza informației $k \varepsilon \beta$ (resp. $k \varepsilon \bar{\beta}$) — o informație care s-ar putea baza pe observarea evenimentului k — putem alege o nouă clasă de referință, adică β (respectiv $\bar{\beta}$) și să întrebăm atunci care este valoarea lui ${}_{\beta}P_{k}(\beta)$; această probabilitate este desigur 1; tot așa cum obținem și ${}_{\bar{\beta}}P_{k}(\beta)=0$. Informațiile care nu sînt enunțuri de frecvență, ci enunțuri despre evenimente singulare de forma „$k \varepsilon \varphi$" nu modifică probabilitățile; ele ne pot însă sugera alegerea unei alte clase de referință.

Conceptul de probabilitate formalistă constituie o punte de legătură cu teoria *subiectivă* (și astfel, cum vom vedea în paragraful următor, și cu teoria domeniului). Căci putem accepta să interpretăm (urmîndu-l pe Keynes) o probabilitate formalistă ca „grad al încrederii raționale", cu condiția, însă, ca „încrederea rațională" să fie determinată de un *enunț frecvențial* obiectiv, acesta din urmă constituind atunci „informația" care determină „gradul de încredere". Cu alte cuvinte: s-ar putea întîmpla ca să nu știm nimic altceva despre un eveniment, exceptînd faptul că el aparține unei anumite clase de referință în cadrul căreia o anumită estimare probabilistică este coroborată; această informație nu ne va da posibilitatea să prevedem care va fi proprietatea evenimentului în cauză, însă ne va permite să exprimăm tot ceea ce știm despre el, prin intermediul unui enunț probabilistic formalist care apare ca *predicție nedeterminată despre evenimentul singular în cauză**2.

Nu ridic deci nici o obiecție, dacă enunțuri de probabilitate referitoare la evenimente singulare sînt interpretate subiectiv, adică ca predicții nedeterminate, ca o recunoaștere a caracterului incomplet al cunoștințelor

---

*2 În prezent cred că problema relațiilor dintre diversele interpretări ale teoriei probabilităților poate fi abordată mult mai simplu, și anume: este suficient să se dea un sistem formal de axiome sau postulate și să se demonstreze că diversele interpretări le satisfac. De aceea consider ultimele două paragrafe ale acestui capitol (paragrafele 71 și 72) ca fiind în cea mai mare parte depășite. Vezi totodată anexa *IV, precum și capitolele *II, *III și *V din *Postscriptum*. Sînt însă în continuare de acord cu ideile principale dezvoltate aici, cu condiția determinării „claselor de referință" prin condițiile care definesc un experiment, astfel încît „frecvențele" să poată fi interpretate ca rezultat al tendințelor de realizare.

noastre despre evenimentul singular în cauză (referitor la care, într-adevăr, nu urmează nimic dintr-un enunț de frecvență), atît timp cît recunoaștem că *enunțurile frecvențiale obiective sînt fundamentale, deoarece numai ele pot fi testate empiric*. Resping însă ideea ca aceste enunțuri de probabilitate formaliste — aceste predicții nedeterminate — să fie *interpretate nemijlocit obiectiv*, fără a apela la interpretarea obiectiv-statistică. Mă refer la concepția, conform căreia probabilitatea de $\frac{1}{6}$ în cazul aruncărilor cu zarul nu ar fi doar o recunoaștere a faptului că nu știm nimic exact (teorie subiectivă), o afirmație referitoare la următoarea aruncare cu zarul, conform căreia rezultatul acestei aruncări ar fi în mod obiectiv nedefinit și nedeterminat, ca și cum acesta ar urma abia să fie decis*3. Toate încercările de acest fel, vizînd o interpretare obiectivă (discutată în detaliu de exemplu de Jeans), le consider ca eronate, oricît de „indeterministe" s-ar pretinde ele, căci acestea toate au la bază concepția metafizică despre care nu numai că putem deduce și verifica predicții, dar că natura ar fi mai mult sau mai puțin „definită" sau „determinată" (sau „nedeterminată"), astfel că succesul (sau eșecul) unor predicții nu este explicat de ajuns prin legile din care au fost deduse, ci mai trebuie explicat pe deasupra prin faptul că natura este într-adevăr alcătuită (sau nu) conform acestor legi*4.

72. *Teoria domeniului*

În paragraful 34 am spus că un enunț care este falsificabil într-o măsură mai mare decît un alt enunț poate fi descris și ca fiind *„logic mai improbabil"*, iar cel mai puțin falsificabil ca unul care este *„logic mai probabil"*. Enunțul mai probabil din punct de vedere logic este implicat în mod necesar de acela mai puțin probabil din punct de vedere logic[1]. Între acest concept de *probabilitate logică* și cel de *probabilitate numerică* (obiectivă, respectiv formalistă) există relații strînse, pe care au încercat să le evidențieze acei teoreticieni ai teoriei probabilităților (Bolzano, von Kries, Waismann), care au vrut să fundamenteze calculul probabilităților pe conceptul de domeniu logic, deci pe un concept care (cf. paragraful 37) coincide cu cel de probabilitate logică.

---

*3 În prezent nu obiectez împotriva concepției conform căreia un eveniment poate fi în suspensie, ci dimpotrivă susțin ideea că teoria probabilităților poate fi interpretată cel mai bine ca o *teorie a tendințelor de realizare ale evenimentelor* într-un sens sau altul. Aș obiecta în continuare împotriva concepției, că teoria probabilităților *trebuie* interpretată astfel. Adică eu consider interpretarea probabilității ca măsură a tendinței de realizare numai ca o presupunere despre structura lumii. (Vezi *Adaosul* (1968) de la anexa *XI.)

*4 Această caracterizare întrucîtva depreciativă se potrivește foarte bine concepției mele actuale, pe care o supun discuției în „Epilogul metafizic" al *Postscriptum*-ului meu și pe care o numesc „interpretarea probabilității ca măsură a tendințelor de realizare". (Vezi *Adaosul* (1968) de la anexa *XI.)

1 În general. (Cf. paragraful 35.)

Waismann[2] a propus să se *măsoare* relaţiile dintre domeniile logice ale diverselor enunţuri (cîturile lor, într-un fel) cu ajutorul frecvenţelor relative corespunzătoare acestor enunţuri, considerînd astfel frecvenţele ca determinînd un *sistem de măsurare a domeniilor*. Consider ca realizabilă elaborarea pe această bază a unei teorii a probabilităţilor. Căci corelarea frecvenţelor relative cu anumite „enunţuri nedefinite" (predicţii nedefinite), aşa cum am făcut acest lucru în paragraful precedent cînd am definit probabilitatea formalistă, poate fi interpretată nemijlocit în acest sens.

Împotriva acestei metode de definire a probabilităţii trebuie totuşi obiectat că ea este utilizabilă numai atunci cînd o teorie a frecvenţelor a fost deja elaborată. Căci în caz contrar, ar trebui iarăşi să întrebăm, cum au fost definite de fapt, la rîndul lor, „frecvenţele" utilizate în definirea sistemului de măsurare. Dacă însă dispunem deja de o astfel de teorie a frecvenţelor, introducerea teoriei domeniului devine de fapt inutilă. În ciuda acestei obiecţii mi se pare totuşi semnificativ faptul că propunerea lui Waismann este realizabilă: este un prilej de satisfacţie să descoperi că în cadrul unei teorii mai comprehensive dispar deosebirile, inconciliabile la o primă vedere, dintre diversele încercări care vizează abordarea acestei probleme, şi în special dintre interpretările subiective şi cele obiective. Propunerea lui Waismann are nevoie însă de o uşoară corecţie. Conceptul lui Waismann despre raportul domeniilor (cf. nota 2 de la paragraful 48) presupune că acest raport este definit nu numai pentru relaţiile de subclasă (sau de implicaţie), ci presupune, într-un mod mai general, că şi acele enunţuri ale căror domenii nu se acoperă decît parţial (enunţuri incomensurabile după 32, 33) trebuie să fie comparabile după domeniul lor. Această a doua supoziţie care implică dificultăţi considerabile este de fapt inutilă. Se poate arăta că în cazurile pe care le discutăm (cum sînt cele în care vorbim de hazard) compararea subclaselor şi cea a frecvenţelor trebuie să ducă la rezultate *analoage*. Aceasta justifică metoda care constă în corelarea frecvenţelor cu domeniile, în scopul măsurării acestora din urmă. După corelarea sistemului de măsurare, enunţurile în cauză (incomensurabile pe baza relaţiei de incluziune) devin de la sine înţeles comensurabile. Nu voi indica decît sumar modul cum poate fi justificată această procedură.

Dacă între două clase de proprietăţi γ şi β există relaţia de incluziune

$$\gamma \subset \beta,$$

atunci avem

$$(k)[Fsb(k \varepsilon \gamma) \geqslant Fsb(k \varepsilon \beta)] \qquad \text{(cf. paragraful 33)}$$

astfel încît probabilitatea logică a domeniului enunţului $(k \varepsilon \gamma)$ trebuie să fie *mai mică decît sau egală* cu cea a lui $(k \varepsilon \beta)$; ea va fi *egală* numai dacă există o clasă de referinţă α (care poate fi şi clasa universală) pentru care să fie valabilă următoarea regulă (care are forma unei „legi a naturii"):

$$(x)\{[x \varepsilon (\alpha \cdot \beta)] \rightarrow (x \varepsilon \gamma)\}.$$

---

[2] WAISMANN, *Logische Analyse des Wahrscheinlichkeitsbegriffes*, *„Erkenntnis"*, *1*, 1930, p. 128 şi urm.

Dacă această „lege a naturii" nu este valabilă, deci dacă presupunem în această privinţă existenţa „hazardului", avem o *inegalitate*; în acest caz, dacă α este numărabil (şi utilizabil ca şir de referinţă) obţinem:

$$_{\alpha}F(\gamma) < {}_{\alpha}F(\beta).$$

Aceasta înseamnă că în cazul fenomenelor „aleatoare" o comparaţie a domeniilor enunţurilor comensurabile trebuie să ducă la *acelaşi* rezultat ca şi o comparaţie a frecvenţelor relative. În consecinţă, dacă în cazurile respective avem fenomene „aleatoare", putem corela frecvenţele relative cu domeniile măsurabile. Aceasta este însă tocmai ceea ce am făcut indirect în paragraful 71, cînd am definit enunţurile de probabilitate formaliste.

Căci din informaţiile date am fi putut într-adevăr deduce imediat că

$$_{\alpha}P_k(\gamma) < {}_{\alpha}P_k(\beta).$$

Astfel am revenit la punctul meu de plecare, la problema interpretării: conflictul, care iniţial păruse ireductibil, dintre teoriile obiective şi cele subiective, poate fi complet înlăturat prin definiţia evidentă a probabilităţii formaliste.

CAPITOLUL IX

CÎTEVA OBSERVAŢII CU PRIVIRE LA TEORIA CUANTICĂ

Instrumentele pe care le-am cîştigat — în primul rînd prin cercetarea probabilităţii — vor fi puse acum la încercare prin aplicarea lor la una din problemele cele mai actuale ale ştiinţei moderne; şi anume, voi încerca să clarific cu ajutorul analizei logice cîteva din punctele mai obscure ale teoriei cuantice moderne.

Această încercare de a pătrunde cu ajutorul unor metode logico-filozofice în miezul uneia din problemele centrale ale fizicii va suscita neîncrederea fizicienilor. Scepticismul sănătos, cît şi suspiciunea justificată la care mă aştept din partea acestora, sper să le înlătur în cadrul unei discuţii obiective. Consider totuşi util a reaminti că în orice ştiinţă pot apărea probleme care sînt în special de natură logică; şi, dacă am dori să tragem o concluzie din participarea foarte intensă a fizicienilor care se consacră teoriei cuantice la discuţiile epistemologice, concluzie împărtăşită şi de mulţi fizicieni care lucrează în domeniul teoriei cuantice, aceasta ar fi că soluţia problemelor nerezolvate ale mecanicii cuantice ar trebui căutată în această zonă de graniţă dintre logică şi fizică.

Anticipînd, voi prezenta mai întîi principalele rezultate ale analizei mele:

(1) Acele formule din mecanica cuantică interpretate de Heisenberg ca *relaţii de incertitudine*, adică ca limite ale preciziei ce poate fi obţinută prin măsurători, sînt enunţuri de probabilitate formaliste (cf. paragraful 71) şi trebuie ca atare interpretate *statistic*. Formulele în cauză, astfel interpretate, le voi numi „relaţii statistice de împrăştiere".

(2) Măsurători mai precise decît cele permise de către relaţiile de incertitudine nu sînt incompatibile cu sistemul de formule al mecanicii cuantice şi nici cu interpretarea sa statistică. Aşadar, mecanica cuantică nu ar fi infirmată dacă astfel de măsurători cu un grad superior de precizie ar deveni vreodată posibile.

(3) Existenţa unor limite de precizie, afirmată de Heisenberg, nu ar fi prin urmare o consecinţă logică deductibilă din formulele teoriei, ci o ipoteză distinctă, adiţională.

(4) Mai mult chiar: această ipoteză adiţională a lui Heisenberg se află în *contradicţie* cu formulele mecanicii cuantice, dacă ele sînt interpretate statistic. Căci, nu numai că măsurători mai precise sînt compatibile cu mecanica cuantică, dar este chiar posibil să descriem experimente imaginare care demonstrează posibilitatea unor măsurători mai exacte. (După părerea mea, aceasta este contradicţia care generează toate acele dificultăţi cu care este confruntat admirabilul edificiu al fizicii cuantice moderne, în aşa măsură,

încît Thirring[1] a putut afirma că teoria cuantică „... a rămas un mister impenetrabil chiar și pentru creatorii ei, după cum recunosc ei înșiși".)

Analiza mea[2], care ar putea fi caracterizată ca axiomatică, evită deducții și formule matematice (cu o singură excepție). Acest lucru este posibil, deoarece nu pun la îndoială corectitudinea sistemului de formule matematice al teoriei cuantice, ci mă preocup doar de consecințele logice ale interpretării sale fizice, datorată lui Born.

Referitor la controversa privind „cauzalitatea", cer excluderea metafizicii indeterministe așa de răspîndită în prezent. Căci ea se deosebește de metafizica deterministă, dominantă pînă de curînd în cercurile de fizicieni, nu atît printr-o claritate superioară, cît printr-o sterilitate superioară.

Pentru ca critica mea, deseori deosebit de severă, făcută numai în interesul clarității, să nu fie interpretată greșit, doresc să subliniez aici că eu consider realizările creatorilor teoriei cuantice moderne ca fiind printre cele mai de seamă din întreaga istorie a științei*[1].

73. *Programul lui Heisenberg și relațiile de incertitudine*

Heisenberg a pornit în punerea pe baze noi a teoriei atomice de la un program epistemologic:[1] el a vrut să elimine din teorie acele mărimi care sînt inaccesibile observației experimentale (cum ar fi, de exemplu, elementele metafizice ale teoriei). Astfel de mărimi au apărut în teoria lui Bohr, care o precede pe cea a lui Heisenberg, căci nimic din ceea ce poate fi observat pe cale experimentală nu corespunde cu orbitele electronilor sau, mai precis, cu frecvențele revoluțiilor electronilor (deoarece frecvențele emise, observabile ca linii spectrale, nu corespund cu frecvențele revoluțiilor electronilor). Heisenberg spera că eliminînd aceste mărimi neobservabile va reuși să învingă neajunsurile de care suferea teoria lui Bohr.

Această situație prezintă o anumită analogie cu aceea pe care Einstein a întîlnit-o în cazul ipotezei de contracție a lui Lorentz-Fitzgerald. Și în această

[1] THIRRING, *Die Wandlung des Begriffssystems der Physik* (cuprins în *Krise und Neuaufbau in den exakten Wissenschaften, fünf Wiener Vorträge*, de MARK, THIRRING, HAHN, NÖBELING, MENGER; Verlag Deuticke, Wien und Leipzig, 1933, p. 30).

[2] În cele ce urmează mă limitez la problemele de interpretare ale mecanicii cuantice, excluzînd problemele cîmpurilor de unde (teoria emisiei și absorbției a lui Dirac, „a doua cuantificare" a ecuațiilor de cîmp ale lui Maxwell-Dirac). Menționez această restricție deoarece considerațiile mele pot fi transpuse asupra unor probleme de interpretare, legate de exemplu de echivalența dintre un cîmp de unde cuantificat și un gaz corpuscular, numai dacă se iau măsurile de precauție corespunzătoare.

*[1] Nu mi-am schimbat punctul de vedere nici în această problemă și nici în punctele esențiale ale criticii mele. Dar, în procesul restructurării interpretării pe care o dau teoriei probabilităților, am modificat și interpretarea teoriei cuantice. Concepția mea actuală este cuprinsă în *Postscriptum*, unde, independent de teoria cuantică, pledez în favoarea *indeterminismului*. Totuși, cu excepția paragrafului 77 (care se sprijină pe o eroare), consider și în prezent capitolul IX, și în special paragraful 76, ca fiind corect.

[1] W. HEISENBERG, *Zeitschrift für Physik*, *33*, 1925, p. 879; în cele ce urmează ne referim în special la volumul lui W. Heisenberg: *Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie*, 1930.

teorie, menită să explice rezultatul negativ al experienţelor lui Michelson, figurau mărimi — anume mişcările relative în raport cu eterul imobil al lui Lorentz — care nu erau accesibile verificării experimentale. Atît în acest caz, cît şi în cel al teoriei lui Bohr, teoriile ce urmau a fi revizuite explicau anumite procese naturale observabile; însă ambele utilizau supoziţia nesatisfăcătoare că există anumite procese fizice şi mărimi fizice determinate pe care natura reuşeşte să le ascundă observaţiei şi să le facă inaccesibile unor teste experimentale.

Einstein a arătat că acele procese neobservabile ale teoriei lorentziene pot fi eliminate. Un lucru asemănător se poate afirma şi despre teoria lui Heisenberg, sau cel puţin despre conţinutul ei matematic. Totuşi, şi în acest caz mai rămîn unele lucruri de rezolvat. Căci chiar în interpretarea dată de Heisenberg teoriei sale, programul său nu apare încă complet realizat: natura încă mai reuşeşte să sustragă, în mod subtil, observaţiei noastre anumite mărimi ce apar în teorie.

Acest fapt este legat de aşa-numitele *relaţii de incertitudine* enunţate de Heisenberg. Acestea au la bază următorul raţionament: orice măsurătoare fizică are la bază un schimb de energie între obiectul de măsurat şi aparatul de măsură (eventual observatorul). Obiectul poate fi, de exemplu, iradiat cu lumină şi o parte din cantitatea de lumină împrăştiată pe el poate fi absorbită de aparatul de măsură. Schimbul de energie va modifica starea obiectului, astfel încît aceasta va fi diferită după măsurare. Prin efectuarea măsurătorii cunoaştem de fapt o stare care tocmai a fost distrusă prin însuşi procesul de măsurare. Această perturbaţie poate fi neglijată în cazul obiectelor macroscopice, însă nu şi în cel al obiectelor atomice, care pot fi puternic modificate prin iradierea cu lumină. Este astfel imposibil să deducem din rezultatul măsurării starea precisă a unui obiect atomic imediat *după* ce a fost măsurat. *Prin urmare, măsurătoarea nu poate servi ca bază pentru predicţii.* Fără îndoială că putem întotdeauna constata cu ajutorul unei noi măsurări starea obiectului după măsurarea precedentă, însă astfel întregul sistem este din nou perturbat într-un mod incalculabil. Ce-i drept, este posibil să aranjăm astfel măsurătorile noastre, încît anumite caracteristici ale stării de măsurat — cum ar fi *impulsul* particulei, de exemplu — să nu fie modificate, aceasta putîndu-se face însă numai pe socoteala altor mărimi caracteristice ale stării de măsurat (în cazul nostru, *poziţia* particulei) care vor fi atunci cu atît mai mult perturbate prin măsurare. Pentru două mărimi de stare corelate astfel între ele, este deci valabilă teorema conform căreia ele nu pot fi măsurate concomitent cu acelaşi grad de precizie (deşi fiecare în parte poate fi exact măsurată). Deci, cu cît măsurăm mai precis una din mărimile de stare, ca de exemplu componenta impulsului p_x, adică cu cît reducem mai mult intervalul de imprecizie Δp_x, cu atît mai imprecisă va trebui să fie măsurătoarea coordonatei de poziţie x, deci cu atît mai mare va fi intervalul Δx. După Heisenberg, precizia maximă ce poate fi obţinută este limitată de relaţia de incertitudine[2]

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geqslant \frac{h}{4\pi}$$

---

[2] Pentru deducţia acestei formule vezi nota 2 din paragraful 75.

(relații similare sînt valabile și pentru coordonatele y și z). Formula arată că produsul a două intervale de imprecizie este de cel puțin ordinul de mărime al lui h (h fiind cuanta de acțiune a lui Planck). Din această formulă rezultă că măsurarea absolut precisă a unei mărimi nu s-ar putea realiza decît cu prețul completei indeterminări a celeilalte mărimi.

Deoarece, conform acestor „relații de incertitudine ale lui Heisenberg", orice măsurătoare de poziție influențează negativ măsurătoarea impulsului, în principiu nu este posibil să prevedem *traiectoria unei particule*. „În mecanica nouă conceptul de «traiectorie» nu are o semnificație definită..."[3].

Aici apare însă o primă dificultate: relațiile de incertitudine nu se referă decît la mărimile (caracteristice unei stări fizice) care aparțin particulei *după* efectuarea măsurătorii; poziția și impulsul unui electron pînă în momentul măsurătorii pot fi determinate în principiu fără o limită de precizie. Aceasta rezultă deja din simplul fapt că se pot efectua mai multe măsurători consecutiv și că, de exemplu, prin combinarea rezultatelor (a) a două măsurători de poziție, (b) măsurării poziției precedată de măsurarea impulsului și (c) măsurării poziției urmată de cea a impulsului, ar fi posibil să calculăm, cu ajutorul datelor obținute, coordonatele de poziție și de impuls exacte pentru întreaga perioadă de timp *dintre* cele două măsurători. (Pentru început ne putem limita considerațiile numai la această perioadă[4].) După Heisenberg însă, aceste calcule exacte sînt inutilizabile pentru o predicție, ele nefiind empiric testabile, deoarece calculul este valabil doar pentru traiectoria între două experimente ce se succed nemijlocit, între care nu mai are loc nici o interferență. Căci orice intervenție făcută în scopul controlării traiectoriei dintre cele două experimente ar perturba într-atît traiectoria, încît datele nu ar mai fi valabile. Heisenberg spune despre aceste măsurători exacte: ... „dacă atribuim calculului asupra trecutului electronului vreo realitate fizică oarecare, este deci o pură chestiune de gust"[5], prin acesta el dorind să spună evident că astfel de calcule necontrolabile privind traiectoria electronilor sînt lipsite de orice semnificație din punctul de vedere al fizicianului. Schlick[6] remarcă referitor la acest pasaj din lucrarea lui Heisenberg (observații asemănătoare întîlnindu-se și la March[7], Weyl[8] și alții): „Eu m-aș exprima și mai direct, în perfect acord cu concepția fundamentală a lui Bohr și Heisenberg, pe care o consider a fi inatacabilă. Dacă un enunț referitor la poziția unui electron în dimensiuni atomice nu este verificabil, atunci nici nu-i putem atribui vreun sens; devine imposibil să vorbim despre traiectoria unei particule între două puncte în care ea a fost observată".

În orice caz putem calcula, în cadrul noului formalism, astfel de traiectorii „lipsite de sens" sau metafizice și aceasta dovedește că Heisenberg nu și-a

---

[3] MARCH, *Die Grundlagen der Quantenmechanik*, 1931, p. 55.

[4] Faptul că acest caz (b) permite, în anumite circumstanțe, să calculăm și trecutul unui electron, *înainte* de prima măsurare (fapt la care face aluzie Heisenberg) ne va preocupa în mod deosebit în paragraful 77 și în anexa VI. *Consider în prezent această notă, la fel ca și paragraful 77, ca fiind eronată.

[5] HEISENBERG, *Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie*, 1930, p. 15.

[6] SCHLICK, *Kausalität in der gegenwärtigen Physik*, în „*Die Naturwissenschaften*", *19*, 1931, p. 159.

[7] MARCH, *op. cit.*, passim (de exemplu p. 1 și urm. și p. 57).

[8] WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik*, p. 68 (cf. și ultimul citat din paragraful 75: „... sensul acestor concepte...").

îndeplinit programul stabilit. Căci această situaţie nu permite decît două interpretări: prima ar fi că particula are o poziţie exactă şi un impuls exact (deci şi o traiectorie exactă), şi noi doar nu le putem măsura simultan. În acest caz însă, natura este în aşa fel constituită, încît ne ascunde anumite mărimi fizice; este adevărat, nu poziţia, nici impulsul particulei, însă combinaţia acestor două mărimi, această, pentru a spune aşa, „poziţie cu impuls". (Această interpretare vede în relaţiile de incertitudine o limitare a cunoaşterii noastre, fiind deci *subiectivă*.) A doua interpretare posibilă, (*cea obiectivă*), afirmă că este inadmisibil, incorect, metafizic să se atribuie unei particule o astfel de „poziţie cu impuls", respectiv o „traiectorie" aşa de strict determinată: ea pur şi simplu nu *are* o „traiectorie", ci doar o poziţie precisă, asociată cu un impuls imprecis sau, invers, o poziţie imprecisă asociată cu un impuls precis. Dacă acceptăm această interpretare, formalismul teoriei va conţine elemente metafizice, căci, după cum am văzut, „poziţia-cu-impuls" poate fi precis calculată, cu ajutorul teoriei, pentru acele intervale de timp în cadrul cărora ea este în principiu necontrolabilă prin observaţii.

Este interesant de observat cum pendulează discuţia între aceste două concepţii. Astfel, imediat după ce susţine, după cum am văzut, interpretarea obiectivă, Schlick afirmă următoarele: „Despre procesele naturale însele nu se poate afirma cu sens că ele ar fi «imprecise» sau «inexacte»; numai despre gîndurile noastre s-ar putea spune asemenea lucruri (şi anume, atunci, cînd nu ştim cu exactitate care enunţuri... sînt adevărate)". Această remarcă este îndreptată evident împotriva acelei concepţii obiective care susţine că nu cunoaşterea noastră, ci impulsul particulei noastre devine „pătat"*1 din cauza măsurării exacte a poziţiei sale. O ezitare asemănătoare o întîlnim şi la mulţi alţi autori. Indiferent dacă optăm pentru concepţia obiectivă sau cea subiectivă, rămîne neatinsă problema dacă programul lui Heisenberg a reuşit să excludă componentele metafizice din teoria atomică. De aceea nu obţinem nici un cîştig, dacă încercăm, în felul lui Heisenberg, să unim cele două concepţii prin observaţia „... că o fizică «obiectivă» în acest sens, adică o diviziune strictă a lumii în obiect şi subiect, nu mai este posibilă"[9]. Pînă în prezent, Heisenberg nu a rezolvat încă sarcina ce şi-a impus-o: să elimine din teoria cuantică componentele metafizice.

74. *O scurtă schiţare a interpretării statistice a teoriei cuantice*

În deducţia relaţiilor sale de incertitudine, Heisenberg foloseşte, urmîndu-l pe Bohr, ideea că procesele atomice pot fi descrise atît cu ajutorul „imaginii cuantice corpusculare", cît şi cu ajutorul „imaginii cuantice ondulatorii".

---

*1 Expresia „pătat" (în orig. germ. „verschmiert" — n. trad.) se datorește lui Schrödinger. Problema existenței sau inexistenței obiective a unei „traiectorii", dacă traiectoria este „pătată" sau doar incomplet cunoscută, are, după părerea mea, o importanță fundamentală. Importanța acestei probleme este accentuată și de experimentul mintal al lui Einstein, Podolsky și Rosen, discutat în anexele *XI și *XII.

[9] HEISENBERG, *Physikalische Prinzipien*, p. 49.

Căci teoria cuantică modernă s-a dezvoltat pe două căi diferite. Heisenberg a plecat de la teoria clasică a particulelor (electronilor) pe care a reinterpretat-o din punctul de vedere al teoriei cuantice, în timp ce Schrödinger a plecat de la teoria (de asemenea „clasică") ondulatorie a lui de Broglie: el a coordonat fiecărui electron un *„pachet de unde"*, adică un grup de unde parţiale care interferează astfel încît într-un domeniu spaţial mic ele se întăresc reciproc, iar în exteriorul lui se sting reciproc. Schrödinger a putut demonstra că mecanica sa ondulatorie este echivalentă cu mecanica cuantică a lui Heisenberg.

Paradoxul echivalenţei a două imagini aşa de fundamental diferite, cum sînt concepţia corpusculară şi cea ondulatorie, a fost rezolvat de către Born prin interpretarea statistică dată celor două teorii: şi teoria ondulatorie trebuie interpretată ca o teorie corpusculară; ecuaţia ondulatorie a lui Schrödinger poate fi astfel interpretată, încît ea să ne dea *probabilitatea* de a găsi electronul într-o anumită regiune a spaţiului. (Această probabilitate este determinată de pătratul amplitudinii undei; ea este mare în interiorul pachetului de unde, unde undele se întăresc, şi devine nulă în afara acestuia.)

Faptul că teoria cuantică trebuie interpretată ca o *teorie statistică* a fost sugerat de diverse aspecte ale situaţiei, cum ar fi de exemplu acela, că una din sarcinile ei cele mai importante, anume deducţia spectrelor atomilor, trebuie considerată ca fiind de natură statistică încă de cînd Einstein a formulat ipoteza cuantelor de lumină: această ipoteză interpretează efectele luminoase observabile ca fiind fenomene de masă, datorate incidenţei fotonilor. „Metodele experimentale ale fizicii atomice s-au concentrat,... datorită orientării date de experienţă, exclusiv asupra problemelor statistice. Mecanica cuantică, care oferă teoria sistematică a regularităţilor astfel observate, corespunde întru totul stadiului actual al fizicii experimentale, deoarece ea însăşi se limitează de la bun început la întrebări şi răspunsuri statistice"[1].

Teoria cuantică obţine rezultate diferite de cele ale mecanicii clasice numai în cazul aplicării sale la efecte atomice; căci, aplicate la procesele macroscopice, formulele ei duc, cu o strînsă aproximaţie, la rezultatele mecanicii clasice: „Legile mecanicii clasice sînt valabile şi potrivit teoriei cuantice, dacă sînt concepute ca relaţii existente între valori statistice medii", afirmă March[2]. Cu alte cuvinte, formulele clasice pot fi deduse ca macrolegi.

În unele prezentări se încearcă să se explice interpretarea statistică a teoriei cuantice prin faptul că gradul de precizie în măsurarea mărimilor fizice la dimensiuni atomice este limitat de relaţiile de incertitudine ale lui Heisenberg. Astfel, se afirmă că *datorită incertitudinii* măsurătorilor în fiecare experienţă atomică „... rezultatul va fi în general nedeterminat, adică, dacă experienţa este repetată de mai multe ori în aceleaşi condiţii, se vor obţine rezultate diferite; dacă experienţa va fi repetată de foarte multe ori, se va constata că fiecare rezultat în parte apare într-o fracţiune definită a numărului total de experienţe astfel încît se poate afirma, de asemenea, că există o probabilitate definită de a obţine tocmai cutare rezultat particular, dacă experienţa se realizează doar o

---

[1] BORN-JORDAN, *Elementare Quantenmechanik*, 1930, p. 322 şi urm.

[2] MARCH, *Die Grundlagen der Quantenmechanik*, 1931, p. 170.

singură dată" (Dirac)[3]. March[4] scrie cu referire la relațiile de incertitudine: „Între prezent și viitor există ... doar relații de probabilitate și astfel caracteristica noii mecanici... de a fi o *teorie statistică* apare cu destulă claritate".

Nu consider acceptabilă încercarea de a construi o astfel de legătură între relațiile de incertitudine și interpretarea statistică a teoriei cuantice. Raportul logic existent între ele mi se pare a fi exact invers, deoarece relațiile de incertitudine sînt deductibile din ecuația de undă a lui Schrödinger (care trebuie interpretată statistic), însă nu și aceasta din urmă din relațiile de incertitudine. Dacă vrem însă să luăm în considerare aceste relații de deductibilitate, trebuie să revizuim și interpretarea relațiilor de incertitudine.

75. *O reinterpretare statistică a relațiior de incertitudine*

De la Heisenberg încoace se consideră ca un fapt stabilit că orice măsurătoare simultană a poziției și a impulsului care să fie mai precisă decît o permit relațiile de incertitudine ar contrazice teoria cuantică; deci că această „interdicție" a unei măsurători mai precise poate fi dedusă din mecanica cuantică, respectiv mecanica ondulatorie. Conform acestei concepții, teoria ar trebui considerată ca falsificată, dacă s-ar putea realiza măsurători cu o precizie „interzisă"[1].

Eu consider această opinie ca eronată. Este drept că formulele lui Heisenberg $\left(\Delta p \cdot \Delta p_x \geqslant \frac{h}{4\pi}\right)$ pot fi deduse strict din teorie[2], însă ceea ce nu poate fi dedus din teorie este *interpretarea* acestor formule ca limitări ale preciziei accesibilă prin măsurători, în sensul lui Heisenberg. Din această cauză, asemenea măsurători mai precise nu pot intra în contradicție logică cu teoria cuantică sau mecanica ondulatorie. De aceea trebuie să distingem foarte clar între *formule*, pe care le vom numi în continuare pe scurt „formule Heisenberg", și *interpretarea* lor — datorită în egală măsură lui Heisenberg — ca relații de incertitudine, adică ca limitări ale preciziei care poate fi atinsă prin măsurători.

În deducția matematică a formulelor Heisenberg trebuie utilizată ecuația de undă sau o premisă echivalentă, adică o ipoteză care să poată fi interpretată statistic (conform paragrafului precedent). Adoptînd însă o astfel de inter-

---

[3] DIRAC, la începutul lucrării *Quantum mechanics*, 1930, (p. 10 din prima ediție; un pasaj identic se întîlnește în ediția a 3-a, 1947, la p. 14).

[4] MARCH, *ibidem*, p. 3.

[1] Renunț la o critică detaliată a concepției foarte răspîndite, dar destul de naive, conform căreia argumentele lui Heisenberg ar fi demonstrat definitiv imposibilitatea efectuării unor astfel de măsurători (cf. de exemplu JEANS, *Die neuen Grundlagen der Naturerkenntnis*, 1934, p. 254: „Știința nu a găsit nici o ieșire din această dilemă. Dimpotrivă, s-a putut demonstra că nu există nici o ieșire"). Este desigur clar că niciodată nu poate fi făcută o astfel de demonstrație și că relațiile de incertitudine sînt deductibile în cel mai bun caz din ipotezele mecanicii cuantice sau ondulatorii și pot fi infirmate împreună cu acestea. Într-o chestiune ca aceasta, considerații de plauzibilitate nu pot decide nimic.

[2] O deducție logică riguroasă ne oferă WEYL în *Gruppentheorie und Quantenmechanik*, ediția a 2-a, 1931, p. 68, respectiv 345.

pretare, descrierea unei particule individuale ca un pachet de unde trebuie caracterizată ca nefiind altceva decît un *enunţ de probabilitate formalist*. Căci amplitudinea undei determină probabilitatea de a găsi particula într-o poziţie determinată; or un astfel de enunţ de probabilitate care se referă în special la o particulă individuală l-am numit formalist. Dacă acceptăm interpretarea statistică a teoriei cuantice, atunci şi formulele Heisenberg, deduse din aceste enunţuri formaliste, ar trebui considerate ca enunţuri de probabilitate, şi în plus ca formaliste, dacă ele se referă la particule individuale. Şi acestea trebuie, aşadar, pentru a proceda corect, interpretate *statistic*.

Interpretării subiective — „cu cît măsurăm mai precis poziţia unei particule, cu atît putem şti mai puţin despre impulsul său" — îi opun deci una fundamental diferită, anume interpretarea statistic-obiectivă, care poate fi formulată după cum urmează: dacă procedăm în cadrul unei mulţimi de particule la o separare fizică a acelor particule care într-un moment anumit şi cu un grad de precizie dat au o anumită poziţie x, atunci vom constata că impulsurile lor prezintă o împrăştiere întîmplătoare în direcţia x iar domeniul de împrăştiere Δp_x va fi cu atît mai mare cu cît va fi mai mic Δp, adică intervalul de precizie al selecţiei după poziţie. Şi invers: dacă se procedează la o separare fizică a acelor particule ale căror componente ale impulsului cad înăuntrul unui interval dat Δp_x în direcţia x, atunci coordonatele lor de poziţie vor prezenta o împrăştiere întîmplătoare înăuntrul unui interval Δx care va fi cu atît mai mare cu cît este dat mai mic Δp_x, adică intervalul de precizie al selecţiei după impuls. Şi, în fine: dacă se selecţionează acele particule care au atît proprietatea Δx cît şi proprietatea Δp_x, o asemenea separare fizică poate fi realizată numai dacă alegem cele două intervale suficient de mari, astfel încît să avem $\Delta x \cdot \Delta p_x \geqslant \frac{h}{4}$. Formulele Heisenberg astfel interpretate le voi numi *relaţii statistice de împrăştiere**1.

În interpretarea mea statistică, nu am vorbit pînă acum de măsurători, ci numai de selecţii fizice[3]. Trebuie să clarificăm relaţiile dintre aceste două expresii.

Vorbesc despre o *selecţie fizică* dacă de exemplu diafragmăm într-o mulţime de particule, toate particulele cu excepţia acelora care trec printr-o fantă îngustă, deci printr-un domeniu de poziţie Δx. Despre particulele aparţinînd razei astfel izolate voi spune că au fost selectate sau separate fizic sau tehnic după proprietatea lor Δx. Numai o astfel de separare fizico-tehnică o putem numi „selecţie fizică", spre deosebire de o selecţie efectuată doar *mintal*, aşa cum este cazul cînd vorbim de o clasă imaginară a acelor

*1 Continui şi acum să susţin interpretarea obiectivă dezvoltată aici, însă introduc o modificare esenţială. Acolo unde vorbesc în acest alineat de „mulţime de particule", aş prefera în prezent să vorbesc de un „agregat — sau un şir — de repetiţii ale unei experienţe care se face cu *o* particulă (sau *un* sistem de particule)". Ceva similar este valabil şi pentru alineatele care urmează. Astfel, de exemplu, „raza" de particule ar trebui reinterpretată ca fiind compusă din experienţe repetate cu una sau mai multe particule, ca rezultat al unei selecţionări prin excluderea particulelor nedorite. (Vezi şi *Adaosul* de la sfîrşitul anexei *XI.)

[3] Şi WEYL vorbeşte în *Gruppentheorie und Quantenmechanik*, ediţia a 2-a, 1931, p. 67 şi urm., despre „selecţii", însă, spre deosebire de mine, el nu vede nici o opoziţie dintre măsurătoare şi selecţie.

particule, din cadrul unui fascicul de particule neacoperit de ecran sau neizolat, care au trecut sau vor trece printr-un domeniu Δx, fără ca ele să fie separate fizic de celelalte, de pildă cu ajutorul unui ecran.

Desigur că fiecare selecţie fizică poate fi considerată ca o *măsurătoare*[4] experimentală şi utilizată ca atare. Dacă selectăm, de exemplu, o rază de particule prin diafragmare sau excludere (selecţie după poziţie) şi dacă măsurăm după aceea, de exemplu, impulsul unei particule, selecţia după poziţie poate fi considerată ca măsurătoare de poziţie, căci prin intermediul ei aflăm că particula a avut cutare sau cutare poziţie (cînd anume a avut particula aceea poziţie s-ar putea cîteodată să nu aflăm, sau să aflăm doar printr-o altă măsurătoare). Pe de altă parte însă, nu orice măsurătoare poate fi considerată ca o selecţie fizică. Dacă ne imaginăm o rază monocromatică de electroni deplasîndu-se în direcţia x, putem înregistra, folosind un contor Geiger, acei electroni care ajung într-o poziţie anumită. Cu ajutorul intervalelor de timp care separă impactele pe contor, putem totodată măsura şi intervalele de spaţiu, adică poziţia lor în direcţia x pînă în momentul impactului, fără a putea însă opera o selecţionare fizică de particule în funcţie de poziţiile lor în direcţia x. Şi într-adevăr aceste măsurători vor avea în general ca rezultat o împrăştiere pe de-a întregul întîmplătoare a poziţiilor în direcţia x.

În aplicarea lor fizică, relaţiile noastre statistice de împrăştiere susţin următoarele: dacă încercăm prin orice mijloace fizice să obţinem *o mulţime de particule cît mai omogene cu putinţă*, aceste încercări se vor lovi de bariere principiale, sub forma relaţiilor de împrăştiere. Este drept că putem obţine prin selecţie fizică o rază paralelă monocromatică, de exemplu o rază de electroni cu aceleaşi impulsuri. Dacă vom încerca însă să omogenizăm şi mai mult acest agregat de particule (de exemplu prin acoperire cu un ecran) în scopul de a obţine electroni care să nu aibă numai acelaşi impuls, dar care să fie determinaţi şi printr-un domeniu de poziţie Δx foarte îngust, nu vom ajunge la nici un rezultat, deoarece orice selecţie efectuată după poziţia particulelor reprezintă o intervenţie în cadrul sistemului, intervenţie ce va avea ca rezultat faptul că componentele de impuls p_x vor începe să se împrăştie (în mod legic [adică conform formulelor lui Heisenberg]), şi anume cu atît mai mult, cu cît această selecţie efectuată după poziţie este mai precisă. Şi invers: dacă avem o rază compusă din electroni selecţionaţi în funcţie de poziţia lor, pe care vrem s-o facem paralelă şi monocromatică, trebuie să distrugem selecţia făcută după poziţie, prin lărgirea razei. (În cazul ideal, de exemplu, cînd componentele p_x ale tuturor particulelor ar urma să devină 0, raza ar trebui să treacă printr-o deschidere lărgită la infinit.) Dacă omogenitatea unei selecţii creşte cît este posibil (astfel încît să fie valabil semnul de egalitate al formulelor Heisenberg, şi nu semnul de inegalitate), atunci această selecţie poate fi numită *caz pur*[5].

---

[4] Conform limbajului folosit şi acceptat de fizicieni, prin „măsurători" nu înţeleg numai operaţiile directe de măsurare, ci şi măsurătorile obţinute indirect prin calcule (în fizică apar practic aproape numai acestea din urmă).

[5] Datorăm acest termen lui WEYL, *„Zeitschrift für Physik"*, *46*, 1927, p. 1 şi lui von NEUMANN, *„Göttinger Nachrichten"*, 1927, p. 245. Dacă, urmîndu-l pe WEYL (*Gruppentheorie und Quantenmechanik*, p. 70; cf. de asemenea BORN-JORDAN, *Elementare Quanten-*

Folosind această terminologie, putem formula relaţiile de împrăştiere şi după cum urmează: nu există un agregat de particule care să fie mai omogen decît un caz pur*2.

Pînă în prezent nu s-a ţinut cont suficient de faptul că posibilităţii de deducţie a formulelor Heisenberg din ecuaţiile fundamentale ale teoriei cuantice trebuie să-i corespundă cu precizie şi o posibilitate de deducţie a *interpretării* acelor formule din *interpretarea* acestor ecuaţii fundamentale. Aşa cum s-a arătat şi în paragraful precedent, March descrie situaţia tocmai invers. După el, interpretarea statistică a teoriei cuantice apare ca o consecinţă a limitelor de precizie ale lui Heisenberg. Pe de altă parte, Weyl deduce strict formulele lui Heisenberg din ecuaţia de undă, dar, deşi acesta o interpretează în mod statistic, formulele lui Heisenberg le interpretează totuşi ca limitări ale preciziei. Şi aceasta, în ciuda observaţiei sale că formulele astfel interpretate intră într-o anumită măsură în contradicţie cu interpretarea statistică dată de Born. Căci, potrivit lui Weyl, aceasta din urmă suferă datorită relaţiilor de incertitudine „... o anumită corecţie. Nu este vorba pur şi simplu de faptul că poziţia şi viteza unei particule se supun doar unor legi statistice, pe cînd în fiecare caz particular sînt precis determinate. Dimpotrivă, adevărata semnificaţie a acestor concepte depinde de măsurătorile ce sînt cerute pentru constatarea lor, iar o măsurare precisă a poziţiei ne privează de posibilitatea determinării vitezei"[6].

Opoziţia remarcată de Weyl dintre interpretarea statistică a teoriei cuantice dată de Born şi limitele de precizie ale lui Heisenberg există cu adevărat, dar ea este mai accentuată decît credea Weyl. Nu numai că este imposibil să deducem limitele de precizie din ecuaţia de undă interpretată statistic, dar în plus faptul (ce urmează a fi încă demonstrat) că nici rezultatele experimentale, nici experienţele posibile nu se află în concordanţă cu interpretarea lui Heisenberg poate fi considerat un argument decisiv, un fel de experiment crucial, în favoarea interpretării statistice a teoriei cuantice.

76. *O încercare de a elimina elementele metafizice prin inversarea programului lui Heisenberg. Aplicaţii*

Dacă plecăm de la supoziţia că formulele specifice teoriei cuantice sînt ipoteze de probabilitate, deci enunţuri statistice, atunci este dificil de întrevăzut cum am putea deduce dintr-o astfel de teorie statistică interdicţii referitoare la un eveniment singular (poate cu excepţia cazului cînd probabilita-

---

mechanik, p. 315), caracterizăm cazul pur ca fiind un caz „... care nu poate fi produs prin amestecarea a două colecţii statistice diferite de el", atunci, conform definiţiei noastre, cazurile pure nu trebuie să fie în mod necesar selecţionări pure de poziţie sau de impuls, ele putînd fi produse, de pildă, şi prin selecţionarea poziţiei cu un grad de precizie *dat dinainte* şi a impulsului cu *cea mai mare precizie care poate fi atinsă* în aceste condiţii.

*2 În sensul notei *1, această propoziţie trebuie desigur reformulată după cum urmează: „nu există aranjament experimental capabil să producă un agregat sau un şir de experienţe ale căror rezultate să fie mai omogene decît un caz pur".

[6] WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik*, p. 68.

tea este egală cu 1 sau cu 0). Ideea că rezultatele unor măsurători singulare pot intra în contradicție cu formulele fizicii cuantice este de nesusținut din punct de vedere logic, întocmai ca și ideea că ar putea exista o contradicție dintre un enunț de probabilitate formalist $_{\alpha}P_{k}(\beta) = p$ (adică probabilitatea că aruncarea cu zarul k va da numărul cinci este de $\frac{1}{6}$) și unul din următoarele două enunțuri: $k \varepsilon \beta$ (aruncarea k dă într-adevăr cinci) sau $k \varepsilon \overline{\beta}$ (aruncarea k nu dă rezultatul cinci).

Aceste considerații simple ne oferă mijloacele cu ajutorul cărora putem combate toate pretinsele „dovezi" care ar urma să arate că măsurători precise ale poziției și ale impulsului ar fi în contradicție cu teoria cuantică sau că, acceptînd ca posibile astfel de măsurători, ar trebui să apară contradicții în interiorul teoriei. Deoarece însă orice demonstrație de acest fel trebuie să facă uz de considerații ale teoriei cuantice aplicate la particule individuale, deci de enunțuri de probabilitate formaliste, ea trebuie să fie traductibilă, cuvînt cu cuvînt, în limbajul statistic. Dacă procedăm astfel, vom observa că nu există nici o contradicție între măsurătorile particulare presupuse a fi precise și teoria cuantică în interpretarea ei statistică. Există doar o contradicție aparentă între aceste măsurători precise și anumite enunțuri de probabilitate formaliste ale teoriei. (În anexa V discut un astfel de exemplu de „demonstrație".)

Este așadar eronat să afirmăm că teoria cuantică *interzice* măsurători precise, însă este corect să afirmăm că din formulele care sînt specifice teoriei cuantice — dacă ele sînt interpretate statistic — *nu pot fi deduse previziuni exacte despre evenimente singulare.* (Nu includ nici legea conservării momentului impulsului, nici legea conservării energiei ca fiind specifice teoriei cuantice.) În special atunci cînd încercăm să realizăm anumite condiții inițiale precise intervenind în cadrul sistemului prin selecționări fizice, aceste încercări trebuie, conform relațiilor de împrăștiere, să eșueze. Deoarece însă în mod uzual tehnica experimentării constă tocmai în producerea sau construirea anumitor condiții inițiale, putem deduce (însă *numai* pentru această tehnică experimentală *„constructivă"*[1]) din relațiile noastre de împrăștiere teorema că nu se pot obține cu ajutorul teoriei cuantice predicții singulare, ci doar predicții referitoare la frecvențe.

Această teoremă rezumă atitudinea noastră față de toate experimentele imaginare analizate de Heisenberg (urmîndu-l în parte pe Bohr) cu scopul de a dovedi că este imposibil să efectuăm măsurători cu o precizie interzisă de către relațiile de incertitudine. În toate aceste cazuri este vorba de aceeași problemă: că din cauza împrăștierilor statistice care apar este imposibil să se prevadă traiectoria particulei după efectuarea operației de măsurare.

S-ar putea crede că prin reinterpretarea pe care o dau relațiilor de incertitudine nu s-a obținut un cîștig prea important; căci după cum am încercat să arăt și în expunerea mea, nici Heisenberg nu afirmă altceva decît că predicțiile sînt supuse acestui principiu al incertitudinii și, deoarece opiniile mele în această chestiune concordă pînă într-un anumit punct cu ale sale, s-ar putea

---

[1] Expresia „tehnică experimentală constructivă" apare la WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik*, p. 67.

crede că în esenţă eu aş fi modificat doar terminologia, fără să fi înregistrat vreun proces real. Această presupunere este însă nejustificată, concepţia lui Heisenberg şi a mea fiind diametral opuse. Demonstraţia acestei contradicţii se va face însă în paragraful următor. Deocamdată voi arăta că dificultăţile tipice inerente concepţiei lui Heisenberg dispar prin interpretarea mea şi de ce şi cum iau naştere aceste dificultăţi.

Mai întîi voi discuta dificultatea, care, după cum am văzut, face imposibilă realizarea programului lui Heisenberg. Este vorba de apariţia în formalism a măsurătorilor precise de poziţie şi de impuls, respectiv de calculele exacte ale traiectoriei (cf. paragraful 73), a căror realitate fizică Heisenberg e nevoit să o lase nelămurită, în timp ce alţii (cum ar fi Schlick) o neagă în mod direct. Experienţele în cauză — (a), (b), (c) — le putem însă interpreta statistic. Combinaţiei (c), adică măsurătoarea de poziţie urmată de o măsurătoare de impuls, îi corespunde atunci următoarea experienţă: cu ajutorul unei diafragme cu o fantă îngustă alegem o rază în funcţie de o poziţie (măsurătoare a poziţiei); apoi măsurăm impulsul acelor particule care trec prin fantă şi care se deplasează într-o direcţie determinată. (Această a doua măsurătoare va produce desigur o nouă împrăştiere a poziţiilor.) Aceste două experienţe permit determinarea cu precizie a traiectoriei tuturor acelor particule care fac parte din cea de a doua selecţie, în măsura în care această traiectorie este situată între cele două măsurători: atît poziţia cît şi impulsurile dintre cele două măsurători pot fi determinate cu precizie.

Aceste măsurători şi calcule de traiectorie, care corespund întru totul cu elementele teoriei considerate superflue în interpretarea lui Heisenberg, nu sînt în interpretarea mea cîtuşi de puţin inutile. Căci, deşi ele nu servesc drept condiţii iniţiale sau ca bază pentru deducţia de predicţii, ele sînt totuşi indispensabile, dacă vrem să testăm predicţiile, adică *predicţiile* noastre statistice *de frecvenţă*. Căci relaţiile de împrăştiere statistică afirmă tocmai faptul că impulsurile trebuie să prezinte o împrăştiere în cazul în care are loc o măsurare mai precisă a poziţiei lor, şi invers. Această predicţie nu ar fi testabilă, nu ar fi falsificabilă, dacă nu am fi în stare să măsurăm şi să calculăm, cu ajutorul unor experienţe de felul celor descrise mai sus, diversele impulsuri în momentul imediat următor unei selecţii efectuată după poziţie*1.

---

*1 Consider acest alineat (precum şi prima frază din următorul alineat) ca unul din cele mai importante pentru discuţia noastră şi sînt cu cele spuse aici încă pe de-a-ntregul de acord. Deoarece continuă să apară neînţelegeri, aş dori să explic această chestiune mai pe larg. *Relaţiile de împrăştiere* afirmă că dacă procedăm la o riguroasă selecţie a poziţiei (de exemplu prin fanta unui ecran), impulsurile se vor împrăştia. (Impulsurile individuale nu devin de fapt „nedeterminate", ci doar „imprevizibile".) Aceasta este o previziune ce trebuie testată prin *măsurarea impulsurilor individuale* şi prin determinarea distribuţiei lor statistice. Aceste măsurători ale impulsurilor individuale (care duc la o nouă împrăştiere, pe care însă nu o discutăm acum) ne vor da în fiecare caz în parte rezultate oricît de precise dorim şi în orice caz mai precise decît Δp, adică decît lărgimea medie a domeniului de împrăştiere. Or, aceste măsurători ale impulsurilor individuale ne permit să calculăm valorile lor pînă înapoi la locul unde poziţia a fost selecţionată şi măsurată prin fantă. Şi acest „calcul al trecutului" particulei (cf. nota 4 de la paragraful 73) este esenţial; căci fără el nu putem afirma că măsurăm impulsurile imediat după selecţionarea poziţiilor; de asemenea nu am putea afirma nici că testăm relaţiile de împrăştiere — ceea ce de fapt facem prin fiecare ex-

Teoria interpretată statistic nu numai că nu contrazice posibilitatea efectuării unor măsurători individuale precise, ci, dimpotrivă, ea nici nu ar fi testabilă, ar deveni „metafizică", dacă nu ar exista această posibilitate. Realizarea programului lui Heisenberg, adică eliminarea elementelor metafizice, are loc aşadar aici, urmărindu-se însă o metodă opusă celei lui Heisenberg. Căci în timp ce Heisenberg a încercat să elimine mărimi pe care le considera ca fiind neobservabile (ceea ce însă nu i-a reuşit pe deplin), eu inversez această încercare şi arăt că formalismul pe care îl conţin aceste mărimi este corect, deoarece *aceste mărimi nu sînt metafizice*. Dacă abandonăm ideea preconcepută a limitărilor preciziei a lui Heisenberg, nu mai există nici un motiv de îndoială privind semnificaţia fizică a acestor mărimi. Relaţiile de împrăştiere sînt previziuni de frecvenţe referitoare la traiectorii; şi de aceea aceste traiectorii trebuie să fie măsurabile — tot aşa cum şi aruncările cu zarul care dau numărul cinci trebuie să poată fi constatate empiric — dacă vrem să fim în măsură să testăm previziunile de frecvenţe referitoare la aceste aruncări.

Refuzul lui Heisenberg de a accepta conceptul de traiectorie şi ceea ce el numeşte „mărimi neobservabile" ilustrează în mod evident influenţa unor idei filozofice, şi anume pozitiviste. Astfel, March[2] scrie: „S-ar putea eventual afirma, fără a ne teme de vreo confuzie,... că pentru un fizician un corp nu are realitate decît în momentul în care acesta îl observă. Desigur că nimeni nu va fi atît de nebun să afirme că corpul încetează să mai existe în momentul în care îi întoarcem spatele, însă din acest moment el încetează să mai fie pentru fizician un obiect de cercetare, deoarece nu mai există nici o posibilitate de a afirma despre el ceva care să fie bazat pe experienţă". Cu alte cuvinte, ipoteza că un corp se deplasează pe cutare şi cutare traiectorie în timp ce el nu este observat *nu este verificabilă*. Acesta este însă un lucru de la sine înţeles; esenţial şi hotărîtor este faptul că o astfel de ipoteză este *falsificabilă*. Căci pe baza ipotezei privind traiectoriile putem prevedea că corpul va fi observabil în cutare şi cutare loc, iar această previziune poate fi infirmată. În paragraful următor vom arăta că nici teoria cuantică *nu* exclude un astfel de procedeu. Însă de fapt este suficient ceea ce am spus deja aici*[2]. Astfel am eliminat toate dificultăţile legate de „lipsa de semnificaţie" a conceptului de traiectorie. Vom înţelege cît de mult se clarifică astfel situaţia, dacă ne gîndim la concluziile radicale care s-au tras din eşecul conceptului de traiectorie. Schlick le formulează astfel[3]: „Calea cea mai concisă cu putinţă de a descrie si-

---

perienţă care prezintă o creştere a împrăştierii ca urmare a îngustării unei fante. De aceea, ca urmare a relaţiilor de împrăştiere doar precizia *predicţiei* devine „pătată" sau „estompată", însă niciodată precizia unei *măsurători*. (Cf. *Adaosul* de la anexa *XI.)

[2] MARCH, *Die Grundlagen der Quantenmechanik*, p. 1. * Poziţia lui Reichenbach este similară; ea face obiectul criticii în *Postscriptum*, paragraful *13.

*[2] Această frază („Însă de fapt este suficient...") nu figura în textul original. Am introdus-o aici, deoarece nu mai consider a fi corecte argumentele menţionate în „paragraful următor" (77) la care m-am referit în propoziţia precedentă şi deoarece toate argumentele din acest paragraf sînt independente de paragraful 77: ele se bazează pe argumentul care l-am enunţat mai sus, că sînt necesare calcule privind traiectoria electronului în trecut pentru a putea testa previziunile statistice, astfel că aceste calcule nu sînt de loc „lipsite de semnificaţie". (Vezi şi lucrarea mea citată în *Adaosul* de la anexa *XI.)

[3] SCHLICK, *Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik, Die Naturwissenschaften, 19*, 1931, p. 159.

tuaţia în cauză este fără îndoială aceea de a spune (aşa cum procedează şi cei mai străluciţi cercetători din domeniul problemelor teoriei cuantice) că valabilitatea conceptelor spaţio-temporale uzuale este limitată la sfera dimensiunilor macroscopice observabile, nefiind aplicabilă la dimensiunile atomice". Schlick face aici poate aluzie la Bohr, care spune[4]: „Se poate de aceea presupune că în cazul problemei generale a teoriei cuantice nu este vorba atît de o simplă modificare a teoriilor mecanice şi electromagnetice, modificare ce ar putea fi descrisă cu ajutorul conceptelor fizice uzuale, cît de un profund şi real eşec al imaginilor spaţio-temporale pe care le-am utilizat pînă acum în descrierea fenomenelor naturale". Heisenberg a adoptat această idee a lui Bohr — de a abandona descrierile spaţio-temporale — ca bază a programului său de cercetări. Succesul obţinut astfel părea să confirme utilitatea acestei abandonări. De fapt, însă, acest program nu a fost niciodată realizat. Utilizarea frecventă şi inevitabilă, însă oarecum nelegitimă, a conceptelor spaţio-temporale apare justificată în lumina analizei şi a consideraţiilor mele, din care reiese că relaţiile statistice de împrăştiere sînt enunţuri despre împrăştierea unei poziţii şi a unui impuls, deci enunţuri despre traiectorii.

Arătînd că relaţiile de incertitudine sînt enunţuri de probabilitate formaliste, putem clarifica misterul ce învăluie interpretarea lor subiectivă şi obiectivă. Ştim din paragraful 71 că orice enunţ de probabilitate formalist poate fi interpretat şi în mod subiectiv ca o predicţie nedeterminată, ca un enunţ despre incertitudinea cunoştinţelor noastre; de asemenea mai ştim că încercarea, justificată şi necesară, de a interpreta un astfel de enunţ în mod obiectiv trebuie să fie sortită eşecului dacă încercăm să substituim interpretarea statistică obiectivă printr-o interpretare singulară nemijlocit obiectivă, atribuind nedeterminarea direct evenimentelor individuale*[3]. Dacă interpretăm însă formulele lui Heisenberg în mod (nemijlocit) subiectiv, caracterul obiectiv al fizicii ca ştiinţă apare ca fiind pus sub semnul întrebării, căci dacă vrem să fim consecvenţi, trebuie să interpretăm în mod subiectiv şi undele de probabilitate ale lui Schrödinger. Jeans[5] trage această concluzie, afirmînd că: „Pe scurt, imaginea particulelor ne arată că cunoştinţele noastre despre un electron trebuie să rămînă nedeterminate; imaginea undelor pare a arăta însă că electronul însuşi este nedeterminat, indiferent de faptul dacă el este supus sau nu unor măsurători. Totuşi, în ambele cazuri conţinutul principiului incertitudinii trebuie să fie acelaşi. Nu există decît o singură cale de a realiza acest lucru: trebuie să presupunem că imaginea ondulatorie ne oferă nu o reprezentare a naturii obiective, ci doar o reprezentare a cunoştinţelor noastre despre natură". Pentru Jeans aşadar, undele Schrödinger sînt *unde de probabilitate subiective*, unde ale cunoaşterii noastre. Şi astfel întreaga teorie subiectivă a probabilităţii pătrunde în fizică, iar concluziile contestate de noi — folosirea teoremei lui Bernoulli ca „punte de legătură" spre statistică etc.

---

[4] BOHR, *Die Naturwissenschaften, 14*, 1926, p. 1.

*[3] Aceasta este una din problemele în care mi-am schimbat punctul de vedere. Cf. în acest sens *Postscriptum*, capitolul *V. Argumentul meu principal în favoarea unei interpretări obiective nu se modifică însă. În prezent susţin că teoria lui Schrödinger poate fi şi trebuie interpretată nu numai ca fiind obiectivă şi singulară, dar şi ca fiind probabilistică.

[5] JEANS, *The New Background of Science*, 1933, p. 236; următorul citat de Jeans este extras din *op. cit.*, p. 237.

(cf. paragraful 62) — devin inevitabile. Jeans formulează situaţia subiectivistă în care se află fizica modernă, după cum urmează: „Heisenberg a abordat enigma universului fizic abandonînd problema fundamentală — natura universului obiectiv — ca fiind o chestiune de nedezlegat, limitîndu-se la problema minoră de a coordona observaţiile noastre privind universul. Nu este deci surprinzător dacă constatăm că imaginea ondulatorie care rezultă în final se referă numai la cunoştinţele noastre despre natură, obţinute prin intermediul observaţiilor noastre". Asemenea concluzii trebuie să fi fost foarte plăcute pozitiviştilor, consideraţiile mele asupra obiectivităţii rămîn însă neatinse. Enunţurile statistice ale teoriei cuantice trebuie să fie intersubiectiv testabile în aceeaşi măsură ca şi celelalte enunţuri ale fizicii. (Iar analiza mea simplă nu menţine doar posibilitatea descrierilor spaţio-temporale, dar şi caracterul obiectiv al fizicii.)

Este interesant de constatat că există şi o replică la interpretarea subiectivă dată de Jeans undelor Schrödinger şi anume interpretarea singulară nestatistică şi direct obiectivă. Schrödinger însuşi a propus în celebrele sale *Mitteilungen zur Wellenmechanik* o astfel de interpretare nestatistică şi obiectivă pentru ecuaţia sa de undă (care este, după cum am văzut, un enunţ de probabilitate formalist). El a încercat să identifice direct particula cu pachetul de unde. Această încercare a dus însă imediat la apariţia unor dificultăţi caracteristice acestui gen de interpretare: incertitudinile obiectivate. Schrödinger a fost nevoit să presupună că sarcina electronului „se pătează", („se estompează") în spaţiu (cu o densitate de sarcină determinată de amplitudinea de undă), o presupunere care s-a dovedit a fi incompatibilă cu structura atomică a electricităţii[6]. Interpretarea statistică dată de Born a rezolvat această problemă; au rămas însă neelucidate legăturile logice dintre interpretarea statistică şi cea nestatistică. Aşa a fost posibil să rămînă ignorat caracterul specific al altor enunţuri de probabilitate formaliste — cum ar fi relaţiile de incertitudine — şi să fie în continuare subminată baza fizică a teoriei.

Doresc să mai discut despre încă un experiment mintal propus de Einstein[7], pe care Jeans[8] îl numeşte „una din părţile cele mai dificile ale noii teorii cuantice" dar care prin interpretarea mea devine deosebit de transparentă dacă nu chiar banală[*4].

Să ne imaginăm o placă semitransparentă, adică o placă care reflectă o parte a luminii şi lasă să treacă o altă parte. Probabilitatea (formalistă) $_{\alpha}P_k(\beta)$ că o anumită cuantă de lumină trece printr-o astfel de placă poate fi luată egală cu probabilitatea că ea va fi reflectată, deci vom avea $_{\alpha}P_k(\beta) = {_{\alpha}P_k}(\bar{\beta}) = \frac{1}{2}$. Această evaluare de probabilitate este definită, după cum ştim, de probabilităţile statistice obiective, adică ea conţine ipoteza că o jumătate dintr-o clasă α

[6] Cf. de exemplu WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik*, p. 193.

[7] Cf. HEISENBERG, *Physikalische Prinzipien*, p. 29.

[8] JEANS, *The New Background of Science*, 1933, p. 242.

[*4] Problema care urmează aici a devenit între timp celebră sub numele de „*problema reducerii* (discontinue) *a pachetului de unde*". Cîţiva fizicieni eminenţi mi-au comunicat în 1934 că sînt de acord cu soluţia mea banală, însă şi acum, după aproape 30 de ani, această problemă continuă să joace un rol controversat în discuţiile privind teoria cuantică. Am reexaminat detaliat această problemă în capitolele *100 şi *115 din *Postscriptum* (vezi şi notele de la anexa *XI).

de cuante de lumină va pătrunde prin placă, iar cealaltă jumătate va fi reflectată. Dacă îndreptăm acum o anumită cuantă de lumină k asupra plăcii, şi constatăm apoi, printr-un experiment, că cuanta de lumină a fost reflectată, probabilităţile par a se „modifica" subit şi oarecum discontinuu: înainte de experienţă ele „erau" de $\frac{1}{2}$, dar după constatarea reflexiei lor, ele „devin" brusc egal cu 1 respectiv egal cu 0. Evident că acest exemplu este din punct de vedere logic acelaşi cu cel discutat în paragraful 71*5. Este puţin probabil că situaţia poate fi elucidată, dacă acest experiment este descris în felul lui Heisenberg[9]: „Prin experiment se exercită în locul unde se află o jumătate reflectată a pachetului de unde... un fel de efect (reducţia pachetului de unde!) asupra locului arbitrar de depărtat al celeilalte jumătăţi" şi „această acţiune se propagă cu o viteză mai mare decît cea a luminii". De fapt, probabilităţile iniţiale $_{\alpha}P_k(\beta)$ şi $_{\alpha}P_k(\bar{\beta})$ rămîn în continuare egale cu $\frac{1}{2}$. Tot ce s-a întîmplat este că a fost aleasă o nouă clasă de referinţă — β respectiv $\bar{\beta}$ — în locul clasei α, alegere sugerată de rezultatul experimentului, adică de informaţia $k \varepsilon \beta$, respectiv $k \varepsilon \bar{\beta}$. A spune despre consecinţele logice ale acestei alegeri (sau despre consecinţele logice ale acestei informaţii) că „se propagă cu o viteză mai mare decît cea a luminii" ne ajută tot aşa de puţin ca şi afirmaţia că doi ori doi fac patru cu o viteză superioară celei a luminii. Şi, deşi corectă, nici remarca următoare a lui Heisenberg, că o *asemenea* „propagare a acţiunii" nu poate fi folosită pentru transmitere de semnale, nu contribuie la clarificarea acestei chestiuni.

Acest experiment imaginar ne aminteşte încă o dată de necesitatea urgentă de a distinge şi a defini conceptele de probabilitate statistică şi de probabilitate formalistă. Totodată el ne arată că abordarea problemei interpretării teoriei cuantice trebuie să se bazeze pe analiza logică a problemei interpretării enunţurilor de probabilitate.

77. *Experimente cruciale**

Pînă acum am realizat primele două puncte ale programului schiţat în introducerea care precede paragraful 73. Am arătat că (1) formulele lui Heisen-

*5 Aceasta înseamnă că probabilităţile „se modifică" doar în măsura în care α se înlocuieşte prin $\bar{\beta}$. De aceea $_{\alpha}P(\beta)$ păstrează în continuare valoarea de $\frac{1}{2}$, însă $_{\bar{\beta}}P(\beta)$ este, desigur, egală cu 0, iar $_{\bar{\beta}}P(\beta)$ cu 1.

[9] HEISENBERG, *Physikalische Prinzipien*, p. 29. În schimb von LAUE afirmă foarte corect în *Korpuskular- und Wellentheorie, Handbuch der Radiologie 6*, ed. a 2-a, p. 79 din tirajul special: „Poate că este însă total eronat să corelăm o undă cu o singură particulă. Dacă presupunem că o undă corespunde în principiu unei totalităţi de corpuri egale, dar independente unele faţă de celelalte, dispare şi concluzia paradoxală." *Einstein susţinea o interpretare asemănătoare; cf. nota *1 din paragraful următor şi anexa *XII.

* Experimentul imaginar descris în acest paragraf se bazează pe o eroare. (Referitor la geneza acestei erori vezi nota 1 din vechea anexă VI şi punctul 10 din noua anexă *XI. Eroarea a fost criticată pentru prima dată de către C. F. von WEIZSÄCKER în „*Die Naturwissenschaften*", *22*, 1934, p. 807 şi de către EINSTEIN în *scrisoarea* sa, reprodusă în anexa *XII.) În prezent nu mai consider acest experiment ca realizabil, dar nici ca fiind crucial.

berg pot fi interpretate statistic şi că, prin urmare, (2) interpretarea acestora ca limite ale preciziei nu este o consecinţă logică a teoriei cuantice, aceasta din urmă neputînd fi contrazisă prin obţinerea unor măsurători cu un grad de precizie mai ridicat*[1].

„Toate-s bune pînă aici", ar putea replica cineva. „Nu spun că teoria cuantică n-ar putea fi privită şi astfel; însă nu cred că adevărata esenţă fizică a teoriei lui Heisenberg — imposibilitatea efectuării unor *predicţii* individuale exacte — a fost atinsă prin argumentele dumneavoastră".

Să permitem adversarului nostru să-şi elaboreze, cu ajutorul unui exemplu fizic, punctul său de vedere:

„Imaginează-ţi un fascicul de electroni, de exemplu, aşa cum apare el într-un tub catodic, şi fie direcţia acestui fascicul direcţia x. Pe acest fascicul putem efectua diferite selecţii fizice. De exemplu putem selecţiona sau separa un grup de electroni în funcţie de poziţia lor în direcţia x (deci în funcţie de coordonatele lor x într-un anumit moment); aceasta s-ar putea realiza cu ajutorul unui obturator pe care-l deschidem doar pentru un interval de timp foarte scurt, obţinînd astfel un grup de electroni a cărui extensie în direcţia x este foarte redusă. Conform relaţiilor de împrăştiere, impulsurile diferiţilor electroni din acest grup ar trebui să fie foarte diferite în direcţia x (şi prin urmare şi energiile lor). După cum ai subliniat foarte bine, putem testa acest enunţ referitor la împrăştiere, şi anume prin măsurarea impulsurilor, respectiv a energiilor electronilor individuali. Fiindu-ne cunoscute poziţiile lor, ne devin cunoscute prin aceasta poziţia *şi* impulsul. O asemenea măsurătoare s-ar putea efectua, de exemplu, lăsînd electronii să intre în coliziune cu o placă, şi excitînd astfel atomii acesteia. Vom constata atunci, printre altele, că se excită şi acei atomi pentru a căror excitare este necesară o energie mult mai mare decît energia medie a grupului de electroni. După cum bine ai subliniat, nici nu poate fi vorba de faptul că astfel de măsurători precise ar fi imposibile sau lipsite de semnificaţie. Dar — şi aici intervine obiecţia mea — efectuînd o astfel de măsurătoare, perturbăm sistemul pe care-l investigăm, deci electronii individuali, sau, dacă măsurăm mulţi electroni (ca în exemplul nostru), întregul fascicul de electroni. Admiţînd chiar că teoria nu ar fi logic contrazisă de faptul că am cunoaşte impulsurile diferiţilor electroni ai grupului înainte de a-l perturba (atît timp, desigur, cît aceasta nu ne-ar permite să utilizăm cunoaşterea noastră în scopul de a efectua o selecţionare sau separare interzisă), nu există totuşi nici un mijloc de a obţine astfel de cunoştinţe referitoare la electroni individuali fără a-i perturba pe aceştia. În concluzie, este adevărat că nu putem face predicţii particulare [precise]".

La această obiecţie aş răspunde, mai întîi, că nu ar fi de mirare dacă ea ar fi corectă. Căci este evident că dintr-o teorie statistică nu putem deduce predic-

În contextul tezelor mele, el poate fi înlocuit în mare măsură de celebrul experiment imaginar al lui Einstein, Podolski şi Rosen. (Vezi nota *4 din acest paragraf şi anexele *XI şi *XII.) Totodată celelalte argumente din paragraful precedent şi din paragrafele următoare rămîn valabile, ele nefiind influenţate de eliminarea acestui experiment. Deoarece a fost criticată republicarea paragrafului 77, doresc să menţionez că ea nu mi-a produs nici o plăcere. Am considerat însă că unii cititori ar dori să vadă, poate, tocmai ce fel de erori am comis. De asemenea mi s-ar fi putut reproşa că aş intenţiona să trec sub tăcere şi să suprim eroarea mea (cf. şi anexa *XI).

*[1] De fapt, astfel a fost realizat deja şi punctul (3) din programul meu.

ţii individuale precise, ci doar predicţii individuale „nedefinite" (adică formaliste). Eu însă susţin, mai întîi, că teoria nu furnizează astfel de predicţii, dar nici *nu le interzice*. De „imposibilitatea" efectuării unor predicţii individuale ar putea fi vorba doar dacă s-ar demonstra că orice fel de măsurătoare făcută în scopul deducerii unor predicţii este imposibilă datorită perturbării sistemului.

„Iată tocmai ceea ce afirm eu", ar putea replica adversarul nostru. „Eu susţin tocmai că este imposibilă efectuarea unor asemenea măsurători. Dumneata presupui că este posibil a se măsura energia unuia din aceşti electroni aflaţi în mişcare fără a-l forţa să iasă din poziţia sa şi din grupul de electroni. *Tocmai această* ipoteză este cea care mi se pare imposibil de nesusţinut. Căci dacă aş avea aparate cu care aş putea efectua asemenea măsurători, ar trebui să pot *produce* cu aceste aparate sau altele asemănătoare şi agregate de electroni care (a) să fie limitate spaţial şi (b) să aibă acelaşi impuls. Şi dumneata consideri, desigur, că existenţa unui astfel de agregat sau a unei selecţii fizice ar contrazice teoria cuantică, ea fiind interzisă prin relaţiile dumitale de împrăştiere. Singurul răspuns pe care mi-l poţi da, aşadar, este următorul: pot exista aparate care să ne permită efectuarea de măsurători, însă nu şi efectuarea de selecţii. Trebuie să recunosc că acest răspuns este admisibil din punct de vedere logic, dar că în calitate de fizician instinctul meu nu admite ideea că am putea măsura impulsurile electronilor fără să fim în stare să-i eliminăm, de exemplu, pe toţi aceia al căror impuls este mai mare (sau mai mic) decît o anumită valoare dată".

Voi răspunde acestor consideraţii prin a observa, mai întîi, că ele sînt, poate, destul de plauzibile. Însă nu poate fi *demonstrat* riguros (şi vom vedea că din motive bine întemeiate) că, dacă e posibilă efectuarea unei măsurători predictive, trebuie să fie posibilă în egală măsură şi o selecţie sau separare fizică corespunzătoare. Prin urmare aceste argumente nu demonstrează că predicţiile individuale precise ar contrazice teoria cuantică, ci introduc doar o *ipoteză suplimentară*. Teza (care corespunde concepţiei lui Heisenberg) conform căreia predicţii individuale precise sînt imposibile este de fapt echivalentă cu ipoteza *că măsurătorile predictive şi selecţiile fizice sînt inseparabil legate*[1]. Acest nou sistem teoretic — mecanică cuantică plus ipoteza de „cuplare" — trebuie desigur să contrazică concepţia mea.

Astfel am realizat şi punctul (3) din programul meu. Mai rămîne de argumentat punctul (4). Adică trebuie să arătăm că sistemul format din teoria cuantică interpretată statistic (precum şi din legile de conservare a impulsului şi a energiei), împreună cu ipoteza de cuplare, este autocontradictoriu. Ideea că măsurătorile care permit predicţii şi selecţiile fizice sînt indisolubil legate este, după opinia mea, o prejudecată adînc înrădăcinată. Şi numai o astfel de prejudecată poate explica de ce nu au fost încă elaborate argumentele simple care demonstrează contrariul.

Doresc să subliniez că aceste consideraţii fizice nu constituie o premisă a analizei mele logice privind relaţiile de incertitudine, ci trebuie privite ca re-

[1] Ipoteza suplimentară de care este vorba aici poate să apară, desigur, şi într-o formă diferită. Raţiunea pentru care am ales tocmai această formă particulară pentru discuţia noastră constă în faptul că împotriva concepţiei susţinute aici a fost într-adevăr ridicată în cadrul unor discuţii sau în scrisori obiecţia că măsurătorile şi selecţiile fizice ar fi inseparabil legate.

zultatul acesteia; analiza efectuată pînă acum este *complet independentă* de considerațiile mele de mai jos*[2] și, în special, de experimentul fizic imaginar pe care îl voi descrie în cele ce urmează pentru a demonstra posibilitatea efectuării unor predicții de orice precizie dorită, privind traiectoria unor particule individuale.

În vederea pregătirii discuției noastre asupra acestui experiment imaginar, voi examina mai întîi cîteva experimente mai simple. Acestea urmează să demonstreze că putem prevedea și chiar testa fără nici o dificultate traiectorii cu orice precizie dorită. Desigur că în această fază luăm în considerație nu predicțiile referitoare la particule individuale determinate, ci doar pe cele referitoare la (toate) particulele care se găsesc într-un interval spațio-temporal oricît de mic ($\Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z \cdot \Delta t$). În fiecare caz nu există decît o anumită *probabilitate* ca particulele să fie prezente în acest interval.

Să ne imaginăm din nou un fascicul de particule (un fascicul de electroni sau un fascicul luminos) care se deplasează în direcția x. Să presupunem de această dată că acest fascicul este monocromatic, adică că toate particulele se deplasează pe traiectorii paralele în direcția x cu același impuls cunoscut. Componentele impulsului în celelalte direcții vor fi atunci și ele cunoscute, și anume vor fi egale cu 0. În loc de a determina ca înainte poziția unui grup de particule în direcția x cu ajutorul unei selecții *fizice* — adică în loc de a izola acest grup de particule de celelalte particule prin mijloace tehnice —, intenționăm să selecționăm sau să izolăm un grup de particule *în mod mintal*, adică concentrîndu-ne atenția asupra sa. Să considerăm, de exemplu, ca selecționat sau izolat grupul tuturor particulelor care au (cu o anumită precizie dată) într-un moment dat coordonata spațială x, deci care se împrăștie numai în interiorul domeniului Δx arbitrar de mic. Cunoaștem cu precizie impulsul fiecăreia din aceste particule. De aceea vom cunoaște pentru fiecare moment poziția acestui grup de particule. (Este evident că existența unui astfel de grup de particule nu contrazice teoria cuantică, ci doar existența lui izolată, adică posibilitatea de a o selecta sau separa pe cale fizică, ar contrazice teoria cuantică.) O astfel de selecție mintală o putem realiza și pentru celelalte coordonate spațiale. În timp ce fasciculul monocromatic selecționat fizic trebuie să fie în mod necesar foarte larg în direcțiile y și z (și infinit de larg în cazul unei monocromatizări ideale), deoarece în aceste direcții impulsurile sînt selectate cu precizie, adică sînt egale cu 0, astfel că și pozițiile trebuie să se împrăștie în aceste direcții, ne putem desigur *imagina* o rază parțială arbitrar de îngustă ca fiind selecționată. Și din nou nu vom cunoaște numai poziția, ci și impulsul fiecărei particule din această rază. De aceea vom putea *prevedea* pentru fiecare particulă a acestei raze înguste (selecționată imaginar) în ce punct și în ce moment ea va intra în coliziune cu o placă [fotografică] plasată pe traiectoria sa; și evident că această predicție poate fi *testată* empiric (aproximativ în același fel ca în experimentul precedent).

Ceea ce este valabil pentru acest tip de caz pur trebuie să fie valabil desigur și pentru alte tipuri, ca de exemplu pentru un fascicul monocromatic, din care selecționăm fizic o rază prin intermediul unei fante înguste, care are o anu-

---

*[2] În ciuda avertismentului dat aici, se pare că acei critici, care pe bună dreptate au refuzat experimentul meu mintal, au crezut că astfel ar fi respins și analiza precedentă.

legi ne permit calcularea a ceea ce se întîmplă dacă se ciocnesc două particule, cu condiția ca din cele patru mărimi care descriu ciocnirea, adică impulsurile $\mathbf{a}_1$ și $\mathbf{b}_1$ înainte de, $\mathbf{a}_2$ și $\mathbf{b}_2$ după ciocnire, să fie date două și o componentă[3] a unei a treia mărimi. (Metoda de calcul este cunoscută din teoria efectului Compton[4].)

Să ne imaginăm următorul dispozitiv experimental (vezi fig. 2):

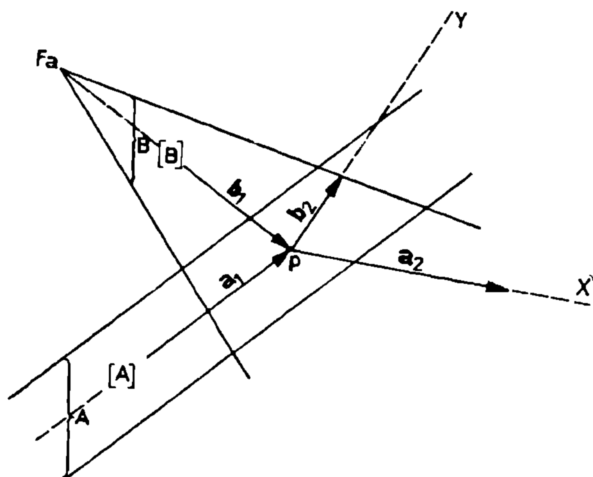


Figura 2.

Încrucișăm două fascicule de particule (din care cel mult unul poate fi o rază luminoasă și cel mult unul poate fi non-neutru din punct de vedere electric[5]), ambele constituind *cazuri pure*, astfel încît fasciculul *A* să fie monocromatic, reprezentînd deci o selecție pură a impulsului efectuată în funcție de impulsul $\mathbf{a}_1$, iar fasciculul *B* să treacă printr-o fantă strîmtă *Fa*, fiind supus astfel unei selecții în funcție de poziție. Se poate presupune că particulele *B* au impulsul dat $\mathbf{b}_2$. Anumite particule din cele două fascicule se vor ciocni. Să ne imaginăm acum două raze parțiale înguste [*A*] și [*B*] și căutăm locul lor de intersecție S. Impulsul lui [*A*] este cunoscut ca fiind $\mathbf{a}_1$. Impulsul razei parțiale [*B*] poate fi calculat, dacă am determinat pentru [*B*] o direcție anumită; fie aceasta $\mathbf{b}_1$.

---

[3] „Componentă“ înțeleasă în sensul cel mai larg (deci eventual direcția, sau mărimea absolută).

[4] Cf., de exemplu, HAAS, *op. cit.*

[5] Mă gîndesc îndeosebi la o rază de lumină sau la o rază corpusculară oarecare (negaton, pozitron, proton sau neutron), în principiu însă pot fi utilizate și două raze corpusculare, din care cel puțin *una* să fie o rază de neutroni. (În treacăt fie spus: cuvintele „negatron“ și „pozitron“, care au pătruns deja în limbajul curent, mi se par a fi construcții lingvistice imposibile; căci nu spunem nici „pozitriv“, nici „protron“.)

Acum alegem o direcţie *SX*. Dacă luăm în consideraţie acele particule ale razei parţiale [*A*] care se deplasează după ciocnire în această direcţie, putem calcula mărimile $\mathbf{a}_2$ şi $\mathbf{b}_2$. Fiecărei particule din [*A*] care deviază în punctul *S* cu impulsul $\mathbf{a}_2$ în direcţia *X* trebuie să-i corespundă o particulă din [B] care este deviată în punctul *S* cu impulsul $\mathbf{b}_2$ în direcţia calculabilă a acestui impuls *SY*. Montăm acum în locul *X* un aparat — de exemplu un contor Geiger sau o bandă de film — care înregistrează impactele particulelor ce sosesc din direcţia *S* în locul *X* limitat oricît de mult dorim, după ce a fost măsurat impulsul lor. Vom putea atunci afirma că, luînd cunoştinţă de o astfel de înregistrare, aflăm totodată că o a doua particulă este în mişcare de la *S* la *Y* avînd impulsul $\mathbf{b}_2$. Această înregistrare ne spune totodată unde se află această a doua particulă în orice moment dat, deoarece din determinarea timpului impactului în punctul *X* şi din viteza cunoscută a particulei în impactul său la *X* putem calcula momentul ciocnirii sale în *S*. Utilizînd, de exemplu, un alt contor Geiger (sau o bandă de film) în *Y*, putem testa predicţiile noastre referitoare la a doua particulă*4.

Precizia acestor predicţii şi cea a măsurătorilor efectuate pentru a le testa pe acestea, nu este supusă *în principiu nici unei limitări de genul relaţiilor de incertitudine*, dacă este vorba de coordonate de poziţie sau componente de impuls în direcţia *SY*. Căci experimentul meu mintal reduce problema preciziei *predicţiilor* referitoare la o particulă [*B*] deviată în *S* la problema preciziei măsurătorilor (care la început ne-au apărut ca „nepredictive") referitoare la particula corespunzătoare [*A*] care este *incidentă* în *X*. Impulsul acestei particule în direcţia *SX* şi momentul ei de incidenţă (=poziţia în direcţia *SX*) pot fi acum măsurate cu orice precizie dorită (cf. anexa VI), dacă efectuăm o selecţie după impuls, introducînd de exemplu în în acest scop un cîmp electric sau un filtru în faţa contorului Geiger, înainte de a măsura poziţia. De aici însă rezultă (aşa cum va fi arătat mai în amănunt în anexa VII) că precizia predicţiilor pentru particula [*B*] care se deplasează în direcţia *SY* nu este limitată.

Acest experiment mintal ne permite să recunoaştem nu numai că predicţii precise despre cazuri individuale sînt posibile, dar şi în ce condiţii pot fi ele făcute sau, mai bine spus, în ce condiţii sînt ele compatibile cu teoria cuantică. Ele sînt numai atunci posibile, cînd putem cunoaşte starea unei particule, fără ca noi să putem crea după voie această stare. Dobîndim deci cunoştinţele acestea *post festum*, căci în momentul cînd le dobîndim particula trebuie să se afle deja în starea sa de mişcare,

*4 Einstein, Podolski şi Rosen apelează la un argument *mai slab*, însă *valabil*: este posibil ca interpretarea lui Heisenberg, conform căreia putem măsura oricît de precis dorim *numai* poziţia *sau* impulsul primei particule în *X*, să fie corectă. În acest caz este valabilă următoarea situaţie: dacă *măsurăm* poziţia primei particule, putem *calcula* poziţia celei de-a doua particule; şi dacă *măsurăm* impulsul primei particule, putem *calcula* impulsul celei de-a doua particule. Deoarece însă putem face alegerea noastră — dacă să măsurăm poziţia sau impulsul — şi mai tîrziu, deci şi *după* ciocnirea celor două particule, nu are nici un sens să presupunem că a doua particulă va fi influenţată sau perturbată într-un fel oarecare de schimbarea dispozitivului experimental care rezultă din alegerea noastră. Prin urmare, putem calcula cu orice precizie dorită *fie* poziţia, *fie* impulsul celei de-a doua particule, *fără a o perturba*. Putem exprima acest fapt spunînd că a doua particulă „*are*" atît o poziţie precisă, cît şi un impuls precis. (Einstein a spus că atît poziţia, cît şi impulsul sînt „reale", fapt pentru care a fost considerat „reacţionar".) Vezi de asemenea şi anexele *XI şi *XII.

însă putem utiliza totuşi cunoştinţele noastre, pentru a deduce predicţii testabile. (Dacă particula razei [*B*] care a făcut obiectul predicţiei este o cuantă de lumină, putem calcula, de exemplu, momentul sosirii acestei particule pe Sirius.) Impactele particulelor ajung în *X* în intervale de timp neregulate, astfel că diferitele particule ale razei [*B*] care au făcut obiectul predicţiei se succedă de asemenea în intervale de timp neregulate, adică ele se vor împrăştia întîmplător. De aceea teoria cuantică ar fi contrazisă dacă am putea modifica această stare de lucruri, deci dacă am putea produce intervale de timp regulate. Ca să spunem aşa, sîntem în stare să ochim şi să predeterminăm forţa proiectilului; de asemenea, putem calcula precis (încă înainte ca proiectilul să atingă ţinta *Y*) momentul în care proiectilul a fost expediat (în *S*); însă nu putem alege în mod arbitrar momentul tragerii, ci trebuie să aşteptăm pînă ce proiectilul porneşte; totodată, nu putem evita, de exemplu, împuşcături necontrolate trase în aceeaşi direcţie (din vecinătatea lui *S*).

Este clar că experimentul nostru şi interpretarea lui Heisenberg sînt incompatibile. Dacă putem însă deduce din interpretarea statistică a fizicii cuantice (inclusiv legea energiei şi legea impulsului) posibilitatea efectuării acestui experiment, rezultă că interpretarea lui Heisenberg trebuie să contrazică interpretarea statistică a teoriei cuantice. Prin experimentele efectuate de Compton-Simon şi Bothe-Geiger s-a arătat posibilitatea realizării unui astfel de experiment care poate fi considerat ca un experimentum crucis, apt să decidă între concepţia lui Heisenberg şi o interpretare consecvent statistică a teoriei cuantice.

78. *Metafizică indeterministă*

Sarcina cercetătorului naturii este de a căuta legi care să-i permită deducţia de predicţii. El are atît sarcina să descopere acele legi care să permită deducţia unor predicţii singulare (legi „cauzale“ sau „deterministe“, „enunţuri de precizie“), cît şi aceea de a formula ipoteze despre frecvenţe, adică legi probabilistice, pentru a putea deduce predicţii despre frecvenţe. Între aceste două sarcini nu există nici un fel de contradicţie. Este evident eronat să se creadă că ori de cîte ori formulăm enunţuri de precizie, nu putem face şi *ipoteze frecvenţiale*, căci, după cum ştim, unele enunţuri de precizie sînt macrolegi ce pot fi deduse din ipoteze frecvenţiale. Totodată este şi mai puţin adevărat că dacă într-un domeniu anumit enunţurile frecvenţiale sînt coroborate, avem dreptul să deducem de aici că *nu poate fi formulat nici un enunţ de precizie* pentru acest domeniu. Deşi situaţia pare a fi destul de clară, totuşi se trage încă de nenumărate ori concluzia eronată şi respinsă, menţionată anterior. În repetate rînduri se mai întîlneşte opinia că fenomenele aleatoare exclud regularitatea. Am examinat critic această prejudecată deja în paragraful 69.

Judecînd după stadiul actual al cercetării este greu de presupus că dualismul dintre macrolegi şi microlegi [adică faptul că se operează cu amîn-

două] va fi aşa uşor depăşit. Din punct de vedere logic ar fi posibil să reducem toate enunţurile de precizie cunoscute — interpretate ca macrolegi — la enunţuri frecvenţiale. O reducţie inversă nu este posibilă. Enunţurile frecvenţiale nu pot fi deduse niciodată, aşa cum am văzut şi în paragraful 70, din enunţuri de precizie. Ele cer premise independente specific statistice, căci, numai plecînd de la estimări probabilistice, putem calcula probabilităţi*[1].

Aceasta este situaţia logică. Ea nu duce nici la consideraţii deterministe, nici la consideraţii indeterministe. Şi chiar dacă într-o bună zi ar deveni posibil să utilizăm în fizică exclusiv enunţuri frecvenţiale, acest lucru nu ne-ar îndreptăţi să tragem concluzii indeterministe; cu alte cuvinte, n-am fi îndreptăţiţi să afirmăm că în natură nu ar „exista" legi precise, care să ne permită să prevedem desfăşurarea evenimentelor individuale sau elementare. Nimic nu-l va putea opri pe cercetător să caute legi, inclusiv asemenea legi; şi oricît de mare ar fi succesul obţinut cu ajutorul estimărilor probabilistice, nu trebuie să tragem de aici concluzia că este zadarnic a căuta legi precise.

Aceste reflecţii nu constituie în nici un fel un rezultat al experimentului meu mintal descris în paragraful 77, ci, dimpotrivă. Să presupunem că relaţiile de incertitudine nu ar fi contrazise de acest experiment (din indiferent ce motiv, de exemplu, deoarece experimentul crucial descris în anexa VI ar decide împotriva teoriei cuantice): chiar şi în acest caz, ele ar putea fi testate doar ca enunţuri frecvenţiale şi coroborate doar ca enunţuri frecvenţiale. De aceea, nu sîntem îndreptăţiţi să tragem concluzii indeterministe din faptul că ele sînt coroborate*[2].

Este lumea guvernată de legi stricte sau nu? Iată o întrebare pe care o socotesc metafizică, întrucît legile pe care le găsim sînt întotdeauna numai ipoteze, ceea ce înseamnă că pot fi întotdeauna depăşite şi că, anumite cazuri, pot fi deduse din estimări probabilistice. Totodată am arătat înainte că negarea cauzalităţii nu ar constitui nimic altceva decît o încercare de a-l convinge pe cercetător să renunţe la investigaţiile sale, şi că o astfel de încercare nu poate fi susţinută prin nici un fel de argumente. Ceea ce numim „principiul cauzalităţii" sau „lege cauzală", sau orice formulare i s-ar da, are un caracter total diferit de cel al unei legi naturale; şi trebuie să-l contrazic în această privinţă pe Schlick care afirmă că „adevărul principiului cauzalităţii poate fi controlat exact *în acelaşi sens* ca orice altă lege naturală"[1].

---

*[1] Einstein se opune acestui punct de vedere în ultima parte a scrisorii sale reprodusă aici în anexa *XII. Eu totuşi continui să-l socotesc corect.

*[2] Continui să cred că această analiză este în esenţă corectă: din succesul previziunilor frecvenţiale privind aruncările cu moneda, nu putem trage concluzia că aruncările individuale nu sînt determinate. Putem însă aduce argumente în favoarea unei metafizici indeterministe, de exemplu, prin evidenţierea dificultăţilor şi contradicţiilor pe care ea ar fi capabilă să le elimine.

[1] SCHLICK, *Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik*, în *„Die Naturwissenschaften"*, *19*, p. 155, scrie următoarele: (citez pasajul în întregime; cf. şi notele 7 şi 8 din paragraful 4) „Eforturile noastre de a găsi un enunţ testabil care să fie echivalent principiului cauzalităţii au fost zadarnice; încercările noastre de a-l formula nu au dus decît la pseudo-enunţuri. Acest rezultat însă nu ne surprinde prea mult, deoarece am menţionat anterior că ade-

Metafizica cauzalității nu este nimic altceva decît un caz tipic de ipostaziere metafizică a unei reguli metodologice *justificate*: decizia cercetătorului de a nu renunța niciodată la căutarea legilor*[3]. În acest sens metafizica cauzalității este mult mai fertilă prin consecințele ei, decît o metafizică indeterministă de genul celei susținute de Heisenberg. Se poate într-adevăr constata că formulările lui Heisenberg au avut un efect paralizant asupra cercetării. Investigația mea relevă faptul că pînă și conexiuni foarte evidente rămîn nesesizate, dacă ni se bagă în cap că descoperirea unor astfel conexiuni este „lipsită de sens".

Faptul că formulele lui Heisenberg și alte enunțuri asemănătoare care pot fi coroborate numai prin consecințele lor statistice nu au consecințe indeterministe nu poate constitui o dovadă că nu ar putea exista și enunțuri empirice care să permită asemenea concluzii, de exemplu, concluzia că regula metodologică menționată — decizia cercetătorului de a nu abandona căutarea de legi — este eronată, deoarece este inutil, lipsit de sens sau „imposibil" (cf. nota 2 din paragraful 12) să căutăm legi și predicții singulare. Însă nu poate exista un *enunț empiric* din care să decurgă o consecință *metodologică* care ne-ar putea determina să renunțăm la căutarea legilor. Căci dacă acest enunț nu va conține elemente metafizice, înseamnă că și consecințele sale indeterministe ar trebui să fie falsificabile*[4]. Or, falsitatea lor nu am putea-o dovedi decît dacă am reuși să formulăm legi și să deducem din ele predicții care să fie coroborate. Dacă presupunem, deci, că aceste consecințe indeterministe sînt *ipoteze empirice*, ar trebui să încercăm să le testăm, să le falsificăm. Aceasta nu înseamnă însă altceva decît că ar trebui să *căutăm* legi și predicții. Prin urmare, nu am putea da curs unui îndemn de a abandona aceste căutări fără a renunța la caracterul empiric al acestei ipoteze. Aceasta dovedește că ar fi contradictoriu să presupunem că poate exista o ipoteză empirică care să ne determine să abandonăm căutarea legilor.

Nu intenționez să arăt aici în detaliu cît de des încercări de demonstrare a indeterminismului nu denotă o atitudine „indeterministă", ci mai degrabă una determinist-metafizică. (Heisenberg, de exemplu, încearcă să explice cauzal că nu poate exista și de ce nu poate exista o explicație cauzală*[5].) Voi menționa aici doar încercările menite să arate că relațiile de

---

vărul principiului cauzalității poate fi controlat *exact în același sens* ca orice altă lege naturală, însă am arătat totodată că, supuse unei analize riguroase, aceste legi naturale nu au deloc caracterul unor enunțuri care sînt adevărate sau false, ci, dimpotrivă, ele reprezintă doar reguli pentru (trans-)formarea unor astfel de enunțuri". Schlick a susținut și mai înainte ideea că principiul cauzalității trebuie pus pe același plan cu legile naturale. Deoarece însă el socotea atunci legile naturale ca fiind enunțuri autentice, a considerat și „principiul cauzalității... ca o ipoteză testabilă în mod empiric". (Cf. *Allgemeine Erkenntnislehre*, ed. a 2-a, 1925, p. 374.)

*[3] Referitor la ideea susținută aici și în restul acestui paragraf, cf. capitolul *IV din *Postscriptum*.

*[4] Deși corectă *ca replică dată unui pozitivist*, afirmația în forma aceasta poate induce în eroare. Căci un enunț falsificabil poate să aibă consecințe cît de slabe din punct de vedere logic, inclusiv unele nefalsificabile. (Cf. alineatul patru din paragraful 66.)

*[5] Pe scurt, raționamentul său poate fi rezumat astfel: nu poate exista cauzalitate, deoarece perturbăm obiectul observat; adică, tocmai datorită unor anumite interacțiuni cauzale. (Cf. și anexa *XI.)

incertitudine blochează unele posibilităţi ale cercetării ştiinţifice la fel cum o face şi principiul constanţei vitezei luminii. Analogia dintre cele două constante *c* şi *h* — viteza luminii şi constanta lui Planck — a fost considerată ca o limitare de principiu a posibilităţilor noastre de cercetare, iar problemele ridicate de încercările de a depăşi aceste bariere au fost respinse ca fiind fără sens, urmîndu-se exemplul metodei care elimina problemele dezagreabile, calificîndu-le ca „pseudo-probleme". După opinia mea, există într-adevăr o analogie între cele două constante *c* şi *h*, însă o analogie care nu ne îndreptăţeşte să interpretăm constanta *h* şi nici constanta *c* ca limite sau bariere ale posibilităţilor de cercetare. Principiul constantei şi al imposibilităţii depăşirii vitezei luminii nu ne opreşte să căutăm viteze superioare celei a luminii; el afirmă doar că nu vom găsi astfel de viteze, deci că nu vom putea produce semnale care să depăşeasă viteza luminii. În mod asemănător, formulele lui Heisenberg nu trebuie interpretate ca o interdicţie de a căuta cazuri „super-pure", ci doar ca o aserţiune că nu vom găsi astfel de cazuri şi, în particular, că nu le vom putea produce. Legile care interzic viteze mai mari decît cea a luminii şi cazurile „super-pure", ca dealtfel şi alte enunţuri empirice, îl provoacă de-a dreptul pe cercetător să caute evenimentele interzise; căci el poate testa enunţurile empirice numai încercînd să le falsifice.

Din punct de vedere istoric, apariţia acestei metafizici indeterministe este un eveniment care poate fi înţeles. Ţinînd seama de cele de mai sus, este clar de ce metafizica deterministă s-a bucurat în rîndul fizicienilor de o răspîndire aşa de largă. Pe de altă parte, deoarece conexiunile logice nu erau suficient de clarificate, eşecul încercărilor de a deduce efectele statistice ale spectrelor dintr-un model mecanic al atomului au dus în mod necesar la o criză a determinismului. Astăzi vedem în acest eşec ceva de la sine înţeles: este imposibil să deducem legi statistice dintr-un model nestatistic, mecanic al atomului. În vremea aceea însă (cam prin 1924, pe vremea teoriei lui Bohr, Kramers şi Slater) nu se putea crede decît că în mecanismul fiecărui atom în parte, în locul unor legi stricte, apar deodată probabilităţi. Concepţia deterministă asupra lumii a fost zdruncinată[58] — în principal datorită faptului că enunţurile de probabilitate au fost exprimate sub forma unor enunţuri formaliste. Pe acest teren a putut apărea, cu ajutorul relaţiilor de incertitudine ale lui Heisenberg, o concepţie indeterministă. Acum ne dăm seama însă că ea a izvorît din aceeaşi neînţelegere a enunţurilor de probabilitate formaliste.

Morala care se desprinde din toate acestea este: să încercăm să găsim legi stricte, restrictive şi interdicţii care pot eşua în confruntarea cu experienţa; să ne abţinem însă de la interdicţii care ar limita posibilităţile cercetării*6.

*6 Am reformulat mai recent (după 33 de ani) viziunea mea în articolul *Quantum Mechanics Without „The Observer"*, în *Quantum Theory and Reality*, ed. Mario Bungo, 1967, p. 7–44.

CAPITOLUL X

COROBORAREA SAU CUM REZISTĂ O TEORIE TESTELOR

Teoriile nu sînt verificabile; ele pot să fie însă coroborate.

S-a făcut adesea încercarea de a caracteriza teoriile nu ca *adevărate* sau *false*, ci ca mai mult sau mai puțin *probabile*. Îndeosebi logica inductivă a fost dezvoltată ca o logică care poate atribui enunțurilor nu numai cele două valori, „adevărat" și „fals", ci și grade de probabilitate; o asemenea logică va fi numită aici *„logica probabilității"*. În concepția logicii probabilității, inducția trebuie să determine probabilitatea unui enunț; un principiu al inducției trebuie, fie să asigure „validitatea probabilă" a enunțurilor formulate prin inducție, fie să confere probabilitate unei asemenea validități, căci principiul inducției ar putea să fie, eventual, la rîndul său, numai „probabil valid". Consider că întreaga problemă a probabilității ipotezelor este o problemă prost pusă. În loc de a vorbi despre „probabilitatea unei ipoteze", va trebui să încercăm a stabili căror teste le-a rezistat pînă acum ipoteza, în ce măsură a fost ea „coroborată"*1.

---

*1 Am introdus, în cartea mea, expresia „*coroborare*" („*Bewährung*" în originalul german, „*corroboration*", în engleză), și îndeosebi „*grad de coroborare*", ca termen *neutru* pentru caracterizarea gradului în care o ipoteză a rezistat unor teste severe. Printr-un termen „neutru" înțeleg, în acest context, o expresie care lasă deschisă întrebarea dacă o ipoteză care a rezistat testelor a devenit sau nu „mai probabilă", în sensul calculului probabilităților. Cu alte cuvinte, am introdus expresia „grad de coroborare" în primul rînd pentru a discuta problema dacă „gradul de coroborare" poate fi identificat cu „probabilitatea" (fie în sensul interpretării frecvențiale, fie în sensul teoriei lui Keynes, de exemplu).

Carnap a tradus termenul meu „grad de coroborare" („*Grad der Bewährung*"), pe care l-am introdus pentru prima dată în discuțiile Cercului de la Viena, cu „grad de confirmare" („degree of confirmation"). (Vezi lucrarea sa *Testability and Meaning*, în „*Philosophy of Science*", *3*, 1936, în special p. 427.) Și astfel termenul „degree of confirmation" a devenit repede larg acceptat. Nu-mi place acest termen, din cauza unora din asociațiile legate de el („a stabili ferm", „a considera ca neîndoielnic", „a dovedi", „a verifica"; termenul englez „to confirm" corespunde mai curînd germanului „erhärten" sau „bestätigen", decît lui „bewähren"). Am propus, prin urmare, într-o scrisoare din 1939, lui Carnap să folosească în engleză termenul „corroboration" (care mi-a fost sugerat de Prof. H. N. Parton). Dar cum Carnap mi-a respins propunerea, m-am asociat terminologiei sale, socotind cuvintele ca lipsite de importanță. Astfel am ajuns să folosesc eu însumi, un timp, termenul „confirmation" într-un număr de lucrări ale mele.

A reieșit însă că m-am înșelat: asociațiile cuvîntului „confirmation" s-au dovedit, din păcate, importante și s-au făcut simțite. În curînd „degree of confirmation" a fost utilizat — chiar de Carnap — ca sinonim (sau „explicans") pentru „probabilitate". Iată de ce l-am abandonat în favoarea lui „degree of corroboration". Vezi și Anexa *IX și paragraful *29 din *Postscriptum*.

79. *Despre așa-numita verificare a ipotezelor*

Faptul că teoriile nu sînt verificabile este deseori trecut cu vederea. Se spune adesea despre o teorie că a fost verificată, dacă unele din predicțiile deduse din ea au fost verificate. Se recunoaşte, eventual, că verificarea nu este cu totul ireproşabilă din punct de vedere logic, că un enunț nu poate fi niciodată confirmat pe deplin prin consecințele sale. Asemenea argumente sînt însă socotite adesea ca fiind expresia unor scrupule inutile. Este, se spune, ce-i drept, adevărat, chiar banal, că nu putem şti dacă soarele va răsări mîine, dar această incertitudine poate fi neglijată: faptul că teoriile pot fi nu numai îmbunătățite dar și *falsificate prin noi experimente* constituie, într-adevăr, o posibilitate serioasă, care poate deveni în orice moment actuală; dar niciodată nu a trebuit să considerăm o teorie ca fiind falsificată numai fiindcă o lege bine coroborată a eşuat brusc; nu vechile experimente dau, într-o zi, rezultate noi, ci numai noi experimente pot decide împotriva teoriei. Vechea teorie rămîne astfel, chiar cînd este depăşită, un caz limită al noii teorii; ea se aplică, cel puțin cu un grad înalt de aproximație, în acele cazuri în care a avut succes mai înainte. Pe scurt, regularitățile care pot fi testate direct prin experiment nu se schimbă. Desigur, se poate concepe sau este logic posibil ca ele să se schimbe, dar această posibilitate nu este luată în considerare de ştiința empirică şi nu afectează metodele ei. Dimpotrivă, metoda ştiințifică presupune *constanța cursului naturii* sau „principiul uniformității naturii".

Această argumentație nu este lipsită de orice temei; ea nu afectează însă punctul meu de vedere. Prin ea se exprimă credința metafizică în existența regularităților în lumea noastră (o credință pe care o împărtăşesc şi eu şi fără de care acțiunea practică este de neconceput)*[1]. Dar problema care mă preocupă aici, anume determinarea temeiului care face ca neverificabilitatea teoriilor să fie importantă, se situează, pentru a spune aşa, pe alt plan decît această credință. Dacă mă abțin să argumentez pentru sau împotriva credinței în existența regularităților în lumea noastră, ca şi pentru sau împotriva altor idei metafizice, voi încerca în schimb să arăt că *neverificabilitatea teoriilor este metodologic importantă*. Pe acest plan voi combate argumentele expuse mai sus.

Voi discuta numai un element al acestei argumentări, aşa-numitul principiu al „uniformității naturii". Mi se pare că acest principiu exprimă într-un mod superficial o regulă metodologică importantă, şi anume o regulă ce poate fi derivată tocmai din considerarea neverificabilității teoriilor*[2].

Să presupunem că mîine Soarele nu va mai răsări (dar că, în ciuda acestui fapt, noi vom continua să trăim şi să facem ştiință). Dacă s-ar produce un asemenea eveniment, ştiința va încerca să-l *explice*, adică să-l derive din legi. Teoriile existente vor trebui probabil revizuite drastic. Dar teoriile revizuite nu

---

*[1] Cf. anexa *X şi de asemenea paragraful *1 din *Postscriptum*.

*[2] Am în vedere regula că orice nou sistem de ipoteze trebuie să explice vechile regularități coroborate. Vezi şi paragraful 3 (aliniatul 3) din *Postscriptum*.

vor trebui să dea socoteală doar de această situaţie nouă; şi experienţele noastre mai vechi vor trebui să poată fi derivate din ele. Din punct de vedere metodologic, vedem că principiul uniformităţii naturii este înlocuit aici cu postulatul *invarianţei legilor naturii*, în raport atît cu spaţiul cît şi cu timpul. Cred, prin urmare, că ar fi o greşeală să susţinem că regularităţile din natură nu se schimbă (nu putem nici afirma nici nega un enunţ de acest fel); vom spune, în schimb, că postulatul invarianţei în raport cu spaţiul şi timpul este o parte a *definiţiei* legilor naturii (ca şi postulatul că ele nu trebuie să aibă excepţii). Posibilitatea falsificării unei legi coroborate nu este lipsită de importanţă din punct de vedere metodologic; ea ne ajută să determinăm ceea ce cerem şi aşteptăm de la legile naturii. Principiul constanţei naturii poate fi considerat ca o interpretare metafizică a unei reguli metodologice — ca şi ruda lui apropiată, „legea cauzalităţii".

O încercare de a da o interpretare metodologică unor asemenea enunţuri metafizice este „principiul inducţiei", despre care se presupune că guvernează metoda inducţiei şi deci verificarea teoriilor. Această încercare eşuează însă fiindcă şi principiul inducţiei are un caracter metafizic. După cum am remarcat în paragraful 1, presupunerea că principiul inducţiei este un enunţ empiric duce la un regres infinit. El poate fi deci introdus numai ca un postulat sau ca o axiomă. Ceea ce este mai grav, este însă că principiul inducţiei trebuie să fie tratat, în toate cazurile, ca un enunţ nefalsificabil. Căci dacă acest principiu — despre care se presupune că face validă inferenţa de la observaţii la teorii — ar fi el însuşi falsificabil, el ar fi falsificat odată cu prima teorie falsificată. Fiindcă teoria este, în acest caz, o concluzie derivată cu ajutorul principiului inductiv, şi acest principiu, în calitatea lui de premisă, va fi desigur falsificat prin *modus tollens*, de cîte ori o teorie derivată cu ajutorul lui va fi falsificată*3. Aceasta înseamnă că un principiu falsificabil al inducţiei ar fi falsificat odată cu fiecare progres al ştiinţei. Este necesar deci să se introducă un principiu al inducţiei despre care se presupune că nu este falsificabil. Aceasta echivalează încă cu acceptarea unui enunţ sintetic *a priori*, adică a unui enunţ despre realitate care nu poate fi controlat (şi infirmat) de datele experienţei.

Prin urmare, dacă încercăm să facem din credinţa noastră metafizică în uniformitatea naturii şi în verificabilitatea teoriilor o teorie a cunoaşterii, o logică a inducţiei, nu ne mai rămîne decît alegerea între regresul la infinit şi apriorism.

80. *Probabilitatea ipotezei şi probabilitatea evenimentelor: critica logicii probabilităţii*

Admiţînd că teoriile nu pot fi niciodată verificate definitiv, se pune întrebarea dacă ele nu pot fi asigurate, mai bine sau mai puţin bine, dacă ele nu

*3 După punctul de vedere inductivist, discutat aici, premisele pentru derivarea unei teorii ar consta din principiul inducţiei şi din enunţuri de observaţie. Ultimele fiind presupuse tacit ca reproductibile şi de nezdruncinat, urmează că ele nu pot fi făcute vinovate pentru eşecul teoriei.

sînt mai mult sau mai puţin probabile? Problema probabilităţii unei ipoteze ar putea fi redusă, poate, la cea a probabilităţii evenimentelor şi ar deveni astfel accesibilă unei abordări matematice şi logice*[1].

Ca şi logica inducţiei în general, teoria probabilităţii ipotezelor pare să fi luat naştere datorită unei confuzii între chestiuni psihologice şi chestiuni logice. Desigur, convingerile noastre subiective sînt de diferite intensităţi, iar gradul de încredere cu care aşteptăm realizarea unei predicţii şi coroborarea viitoare a unei ipoteze va depinde, între altele, de modul cum a rezistat ea pînă acum testelor, de măsura în care a fost coroborată pînă în prezent. Faptul că aceste chestiuni psihologice nu sînt de domeniul epistemologiei sau metodologiei este recunoscut, mai mult sau mai puţin, şi de reprezentanţii logicii probabilităţii (de exemplu, de Reichenbach). Ei susţin totuşi că este posibil să atribuim grade de probabilitate *ipotezelor înseşi* pe baza unor decizii inductive, şi că acest concept poate fi redus la cel al probabilităţii evenimentelor.

Probabilitatea ipotezelor este considerată, de cele mai multe ori, ca un caz special al probabilităţii enunţurilor, iar aceasta, la rîndul ei, este considerată ca nimic altceva decît problema *probabilităţii unui eveniment*, exprimată într-o terminologie particulară. Citim astfel în Reichenbach: „Dacă se atribuie probabilitatea enunţurilor sau evenimentelor, aceasta este doar o chestiune de terminologie. Am considerat, pînă acum, ca o probabilitate a evenimentelor faptul că se atribuie o probabilitate de 1/6 căderii zarului pe o anumită faţă, dar am putea să spunem tot aşa de bine că enunţul „Zarul a căzut pe faţa 1" are probabilitatea de 1/6[1].

Această identificare a probabilităţii evenimentelor şi a probabilităţii enunţurilor poate fi înţeleasă mai bine dacă ne reamintim de cele spuse în paragraful 23. Am definit, acolo, conceptul de „eveniment-tip" ca o clasă de enunţuri individuale. Va trebui deci să se admită să vorbim de o *probabilitate a enunţurilor* în loc de o probabilitate a evenimentelor. Putem considera aceasta ca o modificare strict terminologică: şirul de evenimente este interpretat ca şir de enunţuri. Dacă ne imaginăm o alternativă, respectiv elementele ei, ca reprezentate prin enunţuri, putem descrie căderea unei feţe a monedei prin enunţul „k este stema" iar faptul că nu cade acea faţă, prin negarea acestui enunţ. Obţinem în acest fel, un şir de enunţuri de forma p_j, p_k, $\bar{p}_l$, p_m, $\bar{p}_n$ ..., în care un enunţ p_i este uneori caracterizat ca „adevărat", alteori ca fals (prin punerea unei bare deasupra simbolului). Aşadar, probabilitatea înăuntrul unei alternative, în loc să fie interpretată ca *„frecvenţă relativă a unei proprietăţi"*, poate fi interpretată ca *„frecvenţa relativă a adevărului"* (relative „truth frequency")[2] *enunţurilor înăuntrul unui şir de enunţuri*.

Putem acum, dacă dorim, să numim conceptul de probabilitate, astfel transformat, „probabilitate a enunţurilor". Există o strînsă legătură între acest

---

*[1] Acest paragraf conţine, în principiu, o critică a încercării lui Reichenbach de a interpreta *probabilitatea ipotezelor* în termenii unei *teorii frecvenţiale a probabilităţii evenimentelor*. O critică a abordării lui Keynes este dată în paragraful 83. *A se reţine că Reichenbach îşi propune să reducă *probabilitatea unui enunţ sau a unei ipoteze* (ceea ce Carnap, mulţi ani mai tîrziu, a numit *„probabilitate*[1]*"*) la o frecvenţă (*„probabilitate*[2]*"*).

[1] H. REICHENBACH, *„Erkenntnis"*, *1*, 1930, p. 171 şi urm.

[2] După KEYNES, *A Treatise on Probability*, 1921, p. 101 şi urm., expresia „truth-frequency" a fost pusă în circulaţie de Whitehead; cf. nota următoare.

concept şi conceptul de „adevăr". În cazul unui şir de enunţuri care se restrînge la un singur enunţ, probabilitatea sau frecvenţa adevărului proprie şirului poate primi numai una din cele două valori 1 şi 0, după cum enunţul este adevărat sau fals. Adevărul sau falsitatea unui enunţ pot fi astfel considerate drept caz limită al probabilităţii, şi invers, probabilitatea poate fi considerată ca o generalizare a conceptului de adevăr, în măsura în care îl include pe acesta din urmă ca pe un caz limită. În sfîrşit, este posibil să definim operaţii cu frecvenţe ale adevărului astfel încît operaţiile obişnuite cu valori de adevăr ale logicii clasice să devină cazuri limită ale acestor operaţii. Calculul acestor operaţii poate fi numit „logica probabilităţii"[3].

Putem identifica oare *probabilitatea ipotezelor* cu probabilitatea enunţurilor definită în acest fel, şi astfel indirect cu probabilitatea evenimentelor? Cred că o asemenea identificare decurge dintr-o confuzie. Fiindcă probabilitatea ipotezelor este o specie a probabilităţii enunţurilor, se crede că ea cade sub conceptul de probabilitate a enunţurilor, în sensul definit. Or, odată cu această concluzie se dovedeşte a nu fi îndreptăţită, şi terminologia poate fi socotită ca pe de-a întregul inadecvată. Este recomandabil să nu folosim pentru probabilitatea evenimentelor termenul de „probabilitate a enunţurilor"[*2].

După părerea mea, problemele legate de conceptul de probabilitate a ipotezelor nu sînt nici cel puţin atinse prin consideraţii de logică a probabilităţii; dacă spunem despre o ipoteză că nu este adevărată, ci „probabilă", atunci acest enunţ nu poate să fie, în nici un fel de împrejurări, tradus printr-un enunţ despre probabilitatea evenimentelor.

Dacă se încearcă reducerea ideii de probabilitate a ipotezelor la cea de frecvenţă a adevărului, care foloseşte conceptul de şir de enunţuri, se ridică întrebarea: cu referire la ce şir de enunţuri putem atribui o valoare probabilistică unei ipoteze? Reichenbach identifică o aserţiune a ştiinţei naturii — prin care înţelege o ipoteză ştiinţifică — cu un şir de enunţuri. El scrie: „... aserţiunile ştiinţelor naturii, care nu sînt niciodată enunţuri singulare, reprezintă şiruri de enunţuri cărora, strict vorbind, trebuie să le atribuim nu valoarea probabilistică 1, ci o valoare probabilistică mai mică. Iată de ce numai logica probabilităţii ne dă forma logică care ne permite să reprezentăm riguros conceptul de cunoaştere al ştiinţelor naturii"[4]. Să încercăm să ducem pînă la capăt punctul de vedere că ipotezele ele însele sînt şiruri de enunţuri. El poate fi înţeles în sensul că diferitele enunţuri singulare care pot contrazice sau pot fi în acord cu o anu-

---

[3] Dau aici o schiţă a construcţiei logicii probabilităţii, dezvoltată de H. REICHENBACH (*Wahrscheinlichkeitslogik*, „*Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften*", *Physik-mathem. Klasse*, 1932, XXIX, p. 476 şi urm.) care îl urmează pe E. L. POST (*American Journal of Mathematics*", *43*, 1921, p. 184) şi, în acelaşi timp, teoria frecvenţelor a lui von Mises. Teoria frecvenţelor a lui Whitehead, la care se referă KEYNES, *op. cit.*, p. 101 şi urm., este asemănătoare.

[*2] Consider şi acum: (a) că aşa-numita „probabilitate a ipotezelor" nu poate fi interpretată ca frecvenţă a adevărului; (b) că este mai potrivit să numim o probabilitate definită printr-o frecvenţă relativă — fie o frecvenţă a adevărului, fie o frecvenţă a evenimentului — „probabilitate a unui eveniment"; (c) că aşa-numita „probabilitate a unei ipoteze" (în sensul acceptabilităţii ei) *nu* este un caz al „probabilităţii enunţurilor". Aş considera însă acum „probabilitatea enunţurilor" ca *o* interpretare (interpretarea logică), între mai multe interpretări posibile ale calculului formal al probabilităţilor, şi nu ca frecvenţă a adevărului. (Cf. anexele *II, *IV şi *IX şi *Postscriptum*.)

[4] REICHENBACH, *Wahrscheinlichkeitslogik* (*op. cit.*, p. 488), p. 15 a extrasului.

mită ipoteză constituie elementele unui asemenea şir. Probabilitatea ipotezei ar fi atunci determinată de frecvenţa adevărului acelor enunţuri singulare, care sînt în acord cu ea. O ipoteză ar avea deci probabilitatea $\frac{1}{2}$, dacă ar fi contrazisă în medie de fiecare al doilea enunţ al acestui şir. Pentru a scăpa de această concluzie nimicitoare, mai avem posibilitatea de a recurge la două expediente*[3]. Se va atribui ipotezei o probabilitate, poate una nu foarte precisă, pe baza unei estimări a raportului dintre toate testele pe care le-a trecut şi toate cele care nu au fost încă realizate. Această cale nu duce însă nicăieri; căci estimarea poate fi, cum se întîmplă, realizată cu precizie şi dă probabilitatea 0. În sfîrşit, putem încerca să întemeiem estimarea pe raportul dintre testele care duc la rezultate favorabile şi cele care duc la rezultate indiferente — la rezultate care nu fac posibilă o decizie clară. (În acest fel, putem obţine într-adevăr ceva asemănător cu o măsură a sentimentului subiectiv de încredere, cu care fizicianul experimentator consideră rezultatele sale.) Dar chiar dacă facem abstracţie de faptul că prin acest concept de estimare ne îndepărtăm mult de conceptul de frecvenţă a adevărului şi de probabilitate a evenimentelor — căci aceste concepte se bazează pe raportul dintre enunţuri adevărate şi false, şi nu putem identifica un enunţ indiferent cu un enunţ obiectiv fals — rămîne faptul că o asemenea definiţie a probabilităţii ipotezelor ar face acest concept în mod iremediabil subiectiv. Probabilitatea unei ipoteze ar depinde mult mai mult de pregătirea şi îndemînarea experimentatorului decît de rezultatele obiectiv testabile şi reproductibile ale experimentului.

Cred însă că este cu desăvîrşire imposibil să acceptăm punctul de vedere că o ipoteză poate fi considerată ca un şir de enunţuri. Aceasta ar fi posibil dacă enunţurile universale ar avea forma: „Pentru orice valoare *k*, este adevărat: în locul *k* se întîmplă cutare şi cutare". Dacă enunţurile universale ar avea această formă, atunci am putea considera enunţurile de bază (cele care contrazic enunţurile universale sau sînt în acord cu ele) ca elemente ale unui şir de enunţuri, şir care poate fi luat ca un enunţ universal. Dar, aşa cum am văzut (cf. paragrafele 15 şi 28), enunţurile universale nu au această formă. Enunţuri de bază nu pot fi derivate numai din enunţuri universale*[4]. Ultimele nu pot fi deci considerate ca şiruri de enunţuri de bază. Dacă, totuşi luăm în considerare şirul acelor negaţii ale enunţurilor de bază care sînt derivabile din enunţurile universale, atunci estimarea pentru fiecare ipoteză necontradictorie va da aceeaşi probabilitate, anume 1. Căci va trebui, atunci, să considerăm raportul

---

*[3] Presupun că am hotărît ca în cazul fiecărei falsificări incontestabile să atribuim ipotezei probabilitatea 0, astfel că discuţia se limitează numai la acele cazuri în care o asemenea falsificare nu s-a produs.

*[4] Cum s-a explicat în paragraful 28, enunţurile singulare care pot fi deduse dintr-o teorie — „enunţurile instanţiale" — nu au caracterul unor enunţuri de bază sau de observaţie. Dacă decidem totuşi să considerăm un şir de asemenea enunţuri şi să întemeiem probabilitatea noastră pe frecvenţa adevărului în acest şir, atunci probabilitatea va fi întotdeauna egală cu 1, deşi deseori teoria va fi falsificată, căci aşa cum s-a arătat în paragraful 28, nota *1, aproape orice teorie este „verificată" de aproape toate instanţele (adică aproape de toate locurile *k*). Analiza care urmează în text conţine un argument asemănător care se bazează de asemenea pe conceptul de „enunţuri instanţiale" (adică de enunţuri de bază negate) şi este menit să arate că probabilitatea unei ipoteze — dacă este întemeiată pe aceste enunţuri instanţiale — va fi egală întotdeauna, în mod paradoxal, cu 1.

dintre enunțurile de bază negate *nefalsificate* care pot fi derivate (sau alte enunțuri care pot fi derivate) și cele *falsificate*. Aceasta înseamnă că, în loc să considerăm frecvența adevărului, va trebui să considerăm valoarea complementară a frecvenței falsului. Această valoare va fi însă egală cu 1, căci clasa enunțurilor derivabile, și chiar clasa negațiilor derivabile ale enunțurilor de bază sînt amîndouă infinite, în timp ce nu poate exista decît cel mult un număr finit de enunțuri de bază falsificante acceptate. Astfel, chiar dacă facem abstracție de faptul că enunțurile universale nu sînt niciodată șiruri de enunțuri și încercăm să le interpretăm ca ceva de acest fel și să le corelăm cu șiruri de enunțuri singulare complet decidabile, nu ajungem la nici un rezultat.

Rămîne să mai examinăm încă o posibilitate, cu totul diferită, de a explica probabilitatea unei ipoteze în termenii unor șiruri de enunțuri. Să ne amintim că am numit un anumit eveniment singular „probabil" (în sens formalist) dacă este un *element al unui șir* de evenimente cu o anumită probabilitate. În mod asemănător, am putea încerca să numim o ipoteză „probabilă" atunci cînd este un *element al unui șir de ipoteze* cu o anumită frecvență a adevărului. Dar și această încercare eșuează, făcînd abstracție de dificultatea de a determina șirul de referință (care poate fi ales în mai multe feluri; cf. paragraful 71). Nu putem vorbi de o frecvență a adevărului în cadrul unui șir de ipoteze, pur și simplu, fiindcă nu putem ști niciodată despre o ipoteză dacă este adevărată. Căci dacă am putea ști aceasta, la ce am mai avea nevoie de conceptul de probabilitate a unei ipoteze? Dacă încercăm însă, ca mai sus, să luăm ca punct de plecare frecvența falsului în cadrul unui șir de ipoteze și să definim probabilitatea ipotezelor ca raportul dintre ipotezele nefalsificate și celelalte ipoteze ale șirului de ipoteze, atunci probabilitatea *oricărei* ipoteze în cadrul *oricărui șir de referință infinit* va fi, ca mai sus, egală cu 1. Dar chiar dacă va fi ales un șir de referință *finit*, nu vom fi într-o situație mai bună. Căci presupunînd că am putea atribui, cu această procedură, elementelor unui șir finit de ipoteze o probabilitate între 0 și 1, să zicem de 3/4, am putea face aceasta numai pe temeiul informației că una sau alta din ipotezele aparținînd șirului a fost falsificată. Or tocmai acestor ipoteze falsificate trebuie să le atribuim, ca elemente ale șirului, și anume *tocmai pe temeiul acestei informații*, nu valoarea 0, ci 3/4. În general, probabilitatea unei ipoteze va descrește cu $1/n$ ca urmare a informației că este falsă, unde n este numărul ipotezelor în cadrul șirului de referință. Toate acestea sînt în contradicție flagrantă cu programul de a exprima în termenii „probabilității ipotezelor" gradul de certitudine care trebuie atribuit unei ipoteze, pe temeiul unor informații care o susțin sau o contrazic.

Cu aceasta, mi se pare că au fost epuizate toate posibilitățile de a întemeia conceptul de probabilitate a unei ipoteze pe cel de frecvență a enunțurilor adevărate (sau de frecvență a enunțurilor false) și prin aceasta pe teoria frecvențială a probabilității evenimentelor*[5].

---

*5 Încercările mele de mai sus de a clarifica afirmația oarecum criptică a lui Reichenbach că probabilitatea unei ipoteze trebuie să fie măsurată printr-o frecvență a adevărului, pot fi rezumate după cum urmează. (Pentru un rezumat asemănător împreună cu un examen critic, vezi penultimul alineat al anexei *I.)

În esență, putem încerca să definim probabilitatea unei teorii pe două căi. Prima este de a număra enunțurile experimental testabile care aparțin teoriei și de a determina frecvența relativă a celor care se dovedesc a fi adevărate; această frecvență relativă poate fi

Cred că trebuie să considerăm toate încercările de a identifica probabilitatea unei ipoteze cu probabilitatea evenimentelor ca un eşec. Această concluzie este independentă de faptul dacă presupunem (cum face Reichenbach) că toate *ipotezele fizicii* nu sînt „în realitate", sau „la o examinare mai atentă", nimic altceva decît enunţuri probabiliste (despre anumite frecvenţe medii în şirurile de observaţii, care întotdeauna prezintă abateri de la valorile medii) sau de faptul dacă facem distincţie între două *tipuri* diferite de legi ale naturii — între cele „deterministe" sau „precise", pe de o parte, şi „legile probabiliste" sau „ipotezele de frecvenţă", pe de altă parte. Căci ambele tipuri sînt presupuneri ipotetice, care nu pot deveni niciodată „probabile"; ele pot fi doar coroborate.

Cum se explică însă faptul că reprezentanţii logicii probabilităţii ajung la un punct de vedere opus? De unde provine eroarea cînd, de exemplu, Jeans scrie la început în sensul meu că „...nu putem cunoaşte nimic... ca cert", dar continuă apoi: „În cel mai bun caz, putem lucra numai cu *probabilităţi*. Predicţiile teoriei cuantice se potrivesc aşa de bine cu observaţiile, încît probabilitatea ca schema să aibă o anumită corespondenţă cu realitatea este *enormă*. Într-adevăr, putem spune că, din punct de vedere cantitativ, schema este *aproape sigur* adevărată... "?[5].

Eroarea cea mai răspîndită constă, fără îndoială, în a atribui estimărilor ipotetice ale frecvenţei, adică *ipotezelor privitoare la probabilităţi*, un anumit grad de aşa-numită *probabilitate a ipotezelor*. Această concluzie eronată poate fi

---

considerată ca măsură a probabilităţii unei teorii. O voi numi *probabilitate de speţa întîi*. În al doilea rînd, putem considera teoria ca un element al unei clase de entităţi ideologice de acelaşi fel — să zicem al teoriilor propuse de alţi oameni de ştiinţă — şi să determinăm apoi frecvenţele relative înăuntrul acestei clase. O voi numi *probabilitate de speţa a doua*.

Am încercat mai departe să arăt că fiecare din aceste două posibilităţi de a da un sens ideii de frecvenţă a adevărului la Reichenbach, duce la rezultate care sînt cu totul inacceptabile pentru adepţii teoriei probabiliste a inducţiei.

Răspunsul lui REICHENBACH la critica mea nu a fost atît o apărare a punctelor sale de vedere, cît un atac la adresa punctului meu de vedere. În observaţiile asupra cărţii mele („*Erkenntnis*", *5*, 1935, p. 267—284) el scria că „rezultatele acestei cărţi sînt în întregime de nesusţinut" şi explică aceasta prin eşecul „metodei" mele şi prin incapacitatea mea „de a gîndi pînă la capăt consecinţele" sistemului meu conceptual.

Paragraful IV al lucrării lui Reichenbach este consacrat problemei probabilităţii ipotezelor. El începe cu propoziţia: „În acest context, pot fi adăugate şi cîteva observaţii asupra probabilităţii ipotezelor, care sînt menite să facă mai complete dezvoltările mele foarte sumare asupra acestui subiect şi să înlăture eventual anumite neclarităţi care mai persistă". Urmează un pasaj identic cu al doilea alineat al prezentei note. Numai cuvintele „în esenţă" au fost adăugate de mine.

Reichenbach nu spune că încercarea sa de a înlătura „anumite neclarităţi care mai persistă" nu este decît un rezumat al unei părţi a cărţii pe care o atacă — ce-i drept, unul nu foarte exact. În ciuda acestei tăceri, consider ca un mare compliment că un autor atît de versat în domeniul teoriei probabilităţii (care publicase, deja atunci, două cărţi şi vreo duzină de lucrări mai scurte pe această temă) acceptă rezultatele eforturilor mele de a gîndi pînă la capăt „dezvoltările (sale) foarte sumare asupra acestui subiect". Succesul eforturilor mele îl datorez, cred eu, respectării unei reguli a „metodei" mele, anume că trebuie să încercăm întotdeauna să clarificăm şi să întărim cît ne stă în putinţă poziţia adversarului, dacă dorim ca critica noastră să fie utilă şi fertilă.

[5] JEANS, *The New Background of Science*, 1934, p. 58. (Numai cuvintele „ca cert" sînt scrise de Jeans cu cursive.)

înţeleasă mai bine dacă ne reamintim că ipotezele privitoare la probabilităţi nu sînt, în ceea ce priveşte forma lor logică (deci fără considerarea cerinţei metodologice a falsificabilităţii), nici verificabile, nici falsificabile. Cf. paragrafele 65—68.) Nu sînt verificabile, pentru că sînt enunţuri universale, şi nu sînt strict falsificabile, fiindcă nu pot fi niciodată contrazise de vreun enunţ de bază. Ele sînt deci (după Reichenbach) „complet indecidabile"[6]. Dar ele pot, cum am încercat să arăt, să fie *„confirmate" mai bine sau mai puţin bine*, adică pot fi în măsură mai mare sau mai mică în acord cu enunţurile de bază acceptate. În acest punct intervine logica inducţiei. Simetria dintre verificabilitate şi falsificabilitate, acceptată de logica clasică a inducţiei, sugerează punctul de vedere că trebuie să fie posibil să corelăm cu aceste enunţuri probabiliste „indecidabile" o anumită scară de grade de validitate, ceva de felul unor „grade de probabilitate continue, ale căror limite superioară şi inferioară, inaccesibile, sînt adevărul şi falsul"[7]. Din punctul meu de vedere, enunţurile probabiliste sînt, tocmai datorită deplinei lor indecidabilităţi, enunţuri metafizice, atît timp cît nu ne hotărîm să le facem falsificabile prin acceptarea unei reguli metodologice. Urmarea nefalsificabilităţii lor nu este că ele pot fi coroborate mai bine sau mai puţin bine, ci că ele *nu pot, în general, să fie empiric coroborate;* căci dacă ele nu interzic nimic şi sînt compatibile cu orice enunţ de bază, se poate spune că sînt coroborate de orice *enunţ de bază ales în mod arbitrar* (de orice grad de complexitate), cu condiţia ca acestea să descrie evenimente relevante.

Cred că fizica utilizează enunţuri probabiliste numai în felul pe care l-am descris pe larg în capitolul despre teoria probabilităţii, adică ea utilizează enunţurile probabiliste, la fel ca şi alte ipoteze, ca enunţuri falsificabile. Voi refuza însă să particip la orice controversă asupra procedurii „reale" a fizicienilor, fiindcă răspunsul la întrebarea care anume este această procedură rămîne, în mare măsură, o chestiune de interpretare.

Găsim aici o nouă ilustrare a opoziţiei între punctul meu de vedere şi cel naturalist, pe care am discutat-o în paragraful 10. Ceea ce urmăresc să arăt este, mai întîi, consistenţa logică a punctului meu de vedere, şi, în al doilea rînd, că el nu este confruntat cu greutăţile în faţa cărora eşuează alte puncte de vedere. Evident însă, corectitudinea punctului meu de vedere nu poate fi dovedită şi controversa cu susţinătorii altor puncte de vedere asupra logicii ştiinţei nu ar duce la nici un rezultat. Tot ce se poate spune este că felul în care tratez această problemă particulară este o consecinţă a concepţiei asupra ştiinţei pe care am propus-o*[6].

---

[6] REICHENBACH, *„Erkenntnis"*, *1*, 1930, p. 169. (Cf. şi răspunsul lui Reichenbach la nota mea din *„Erkenntnis"*, *3*, 1933, p. 426 şi urm.) Idei asemănătoare despre grade de probabilitate sau certitudine a cunoaşterii inductive pot fi întîlnite foarte des. (Cf. de exemplu lucrările lui RUSSELL, *Our Knowledge of the Extrenal World*, 1914, p. 225 şi urm., şi *The Analysis of Matter*, 1927, p. 141 şi 298.)

[7] REICHENBACH, *Erkenntnis*, *1*, 1930, p. 186. (Cf. nota 4 la paragraful 1.)

*[6] Ultimele două paragrafe au reprezentat o reacţie faţă de punctul de vedere „naturalist" care a fost adoptat uneori de Reichenbach, Neurath şi alţii; cf. paragraful 10.

81. *Logica inducției și logica probabilității*

Probabilitatea ipotezelor nu poate fi redusă la probabilitatea evenimentelor. Aceasta este concluzia considerațiilor din paragraful precedent. Nu există însă o altă cale de a defini conceptul de *probabilitate a ipotezelor?*

Nu cred în posibilitatea de a construi un concept al probabilității ipotezelor care să poată fi interpretat ca „grad de valabilitate" (*Geltungswert*) a ipotezelor, în analogie cu conceptele „adevărat" și „fals" (și care să fie, în afară de aceasta, destul de strîns legat de conceptul de „probabilitate obiectivă", de frecvență relativă, pentru a justifica folosirea cuvîntului „probabilitate")[1]. Cu toate acestea, de dragul argumentului, *voi presupune* că un asemenea concept a putut fi construit cu succes și voi formula întrebarea: ce ar rezulta de aici pentru problema inducției?

Să presupunem că o anumită ipoteză, de ex. teoria lui Schrödinger, este caracterizată ca „probabilă", și anume ca „probabilă în cutare sau cutare grad numeric", sau pur și simplu „probabilă", fără specificarea unui anumit grad. Enunțul care descrie teoria lui Schrödinger ca „probabilă", îl vom numi *aprecierea* ei.

Aprecierea trebuie să fie, fără îndoială, un enunț sintetic — o aserțiune despre „realitate" — în același fel în care ar fi enunțul „Teoria lui Schrödinger este adevărată" sau enunțul „Teoria lui Schrödinger este falsă". Toate aceste enunțuri afirmă, evident, ceva despre adecvarea teoriei și în acest sens, în mod sigur, nu sînt tautologice*[1]. Ele afirmă că o teorie este adec-

---

[1] (Adaos la corectură). Este însă pe deplin posibil ca pentru estimarea gradelor de coroborare să fie găsit un formalism, care să prezinte anumite analogii formale limitate cu calculul probabilităților (de exemplu cu teorema lui Bayes), fără a avea ceva în comun cu teoria frecvențială. Această posibilitate mi-a fost sugerată de Dr. J. Hosiasson. Ceea ce consider însă exclus este că s-ar putea aborda cu succes prin asemenea metode problema inducției. *Vezi și nota 3 la paragraful *57 din *Postscriptum.*

* Din 1938, susțin punctul de vedere că pentru a justifica folosirea cuvîntului „probabilitate", trebuie să putem arăta că axiomele calculului formal al probabilităților sînt satisfăcute (cf. anexele *II și *V și mai ales paragraful 28 din *Postscriptum*). Aceasta include, fără îndoială, și satisfacerea teoremei lui Bayes. În legătură cu analogiile formale dintre teorema lui Bayes despre *probabilitate* și anumite teoreme asupra *gradului de coroborare*, vezi anexa *IX, punctul 9/VII) al primei note, ca și punctele (12) și (13) ale paragrafului *32 din *Postscriptum.*

*[1] Enunțul probabilistic „$p(S,e)=r$", în cuvinte „Teoria lui Schrödinger, date fiind constatările observaționale e, are probabilitatea r" — un enunț despre probabilitatea logică, relativă sau condițională — poate fi fără îndoială tautologic (presupunînd că valorile pentru r și e sînt în așa fel alese încît să-și corespundă unele altora: dacă e constă numai din relatări observaționale, r va fi egal cu 0 într-un univers suficient de mare). Dar „aprecierea", în sensul meu, va avea o formă diferită (vezi paragraful 84 mai jos, în special textul la nota *2), de exemplu următoarea: $p_k(S)=r$, unde k este data de astăzi; în cuvinte: „Teoria lui Schrödinger (ținînd seama de materialul faptic existent astăzi) are probabilitatea r". Pentru a obține această evaluare, $p_k(S)=r$, și anume din (i) enunțul tautologic de probabilitate relativă $p(S,e)=r$ și din (ii) enunțul „e este totalitatea materialului faptic existent astăzi", trebuie să aplicăm un *principiu de inferență* (numit „regula de dezlegare" în *Postscriptum*, paragrafele *42 și *51). Acest principiu de inferență este foarte asemănător cu *modus ponens* și s-ar putea crede de aceea că el ar trebui conceput ca analitic. Dar dacă îl luăm

vată sau inadecvată sau adecvată într-un anumit grad. Aprecierea teoriei lui Schrödinger trebuie, pe deasupra, să aibă caracterul unui enunț sintetic *neverificabil*, în aceeași măsură ca teoria însăși. Căci „probabilitatea" unei teorii, ceea ce înseamnă, evident, probabilitatea că teoria va rămîne acceptabilă, nu poate fi niciodată dedusă *definitiv* din enunțuri de bază. Sîntem, prin urmare, obligați să ne întrebăm: Cum poate fi justificată aprecierea? Cum poate ea să fie testată? (Astfel problema inducției apare din nou; vezi paragraful 1.)

Cît despre apreciere, aceasta poate ori să fie asertată ca adevărată ori să se spună despre ea că este „probabilă". Dacă este considerată ca „adevărată", atunci trebuie să fie un *enunț sintetic adevărat*, care nu a fost empiric verificat, un enunț sintetic care este *a priori* adevărat. Dacă este considerată ca „probabilă", aceasta poate avea loc numai printr-o *nouă* apreciere, printr-o apreciere a aprecierii, deci printr-o apreciere de un nivel mai înalt. Or, aceasta înseamnă că sîntem antrenați într-un regres infinit. Apelul la probabilitatea ipotezelor nu este în măsură să îmbunătățească situația logică precară a logicii inducției.

Reprezentanții logicii inducției susțin, de obicei, punctul de vedere că la apreciere se ajunge cu ajutorul unui „principiu al inducției", care atribuie probabilități ipotezelor formulate prin inducție. Dacă ei atribuie însă numai probabilitate și acestui principiu al inducției, regresul la infinit continuă; dacă îi atribuie „adevărul", nu le rămîne decît alegerea dintre regresul la infinit și apriorism. „Teoria probabilității este odată pentru totdeauna incapabilă", cum scrie Heymans[2], „... să explice procedura inductivă, fiindcă aceeași problemă care se ascunde în aceasta din urmă ... este conținută și în ea. Căci aici ... ca și acolo concluzia trece dincolo de ceea ce este dat în premise". Nu se cîștigă nimic dacă cuvîntul „adevărat" este înlocuit cu cuvîntul „probabil", iar cuvîntul „fals" prin cuvîntul „improbabil". Numai dacă este luată în considerație asimetria dintre verificare și falsificare — asimetrie ce rezultă din relația logică dintre teorii și

ca analitic, aceasta echivalează cu decizia de a-l considera pe p_k ca fiind *definit* de (i) și (ii) sau, în orice caz, ca neînsemnînd *mai mult* decît (i) și (ii) împreună; dar în acest caz p_k nu ar mai putea fi interpretat ca avînd vreo semnificație practică; el nu ar putea fi interpretat *în nici un caz* ca măsură practică a acceptabilității. Aceasta se vede cel mai bine dacă considerăm că într-un univers suficient de mare $p_k(t,e) \approx 0$ pentru *orice* teorie universală *t*, presupunînd că *e* constă numai din enunțuri singulare. (Cf. anexele *VII și *VIII.) Dar, în practică, noi acceptăm fără îndoială anumite teorii și le respingem pe altele.

Dacă, pe de altă parte, îl interpretăm pe p_k ca *grad de adecvare sau de acceptabilitate*, atunci principiul de inferență menționat, „regula de dezlegare" (care, în această interpretare, devine un exemplu tipic de „principiu al inducției"), este pur și simplu fals și deci evident neanalitic.

² HEYMANS, *Gesetze und Elemente des wissenschaftlichen Denkens*, 1890, 1894, p. 290 și urm. *ed. a 3-a, 1915, p. 272. Argumentarea lui Heymans a fost anticipată de HUME în broșura sa anonimă *An Abstract of a Book lately published, entitled A Treatise of Human Nature*, 1740. Sînt aproape sigur că Heymans nu a cunoscut această broșură, care a fost redescoperită și atribuită lui Hume de J. M. Keynes și P. Sraffa și publicată de ei în 1938. Eu însumi nu am cunoscut anticiparea argumentelor mele împotriva teoriei probabilistice a inducției cînd am expus aceste argumente în 1931, într-o carte încă nepublicată, care a fost citită de mai mulți membri ai Cercului de la Viena. Faptul că ideile lui Heymans au fost anticipate de Hume mi-a fost semnalat de J. O. Widsom; cf. lucrarea lui WIDSOM, *Foundations of Inference in Natural Science*, 1952, p. 218. Pasajul din Hume este citat mai jos, în anexa *VII, textul la nota 6.

enunţuri de bază — pot fi ocolite capcanele pe care le întinde problema inducţiei.

Reprezentanţii logicii inducţiei răspund unor asemenea critici că ele sînt formulate de oameni care se mişcă în „cadrele logicii clasice" şi nu sînt în stare, prin urmare, să înţeleagă modul de gîndire al logicii probabilităţii. Recunosc că sînt printre cei care nu sînt în stare să înţeleagă acest mod de gîndire.

82. *Teoria pozitivă a coroborării*

Toate obiecţiile formulate împotriva teoriei probabiliste a inducţiei ar putea fi întoarse, aparent, împotriva punctului meu de vedere. Această teorie este construită pe conceptul de apreciere (Beurteilung, appraisal) pe care îl utilizez şi eu. Vorbesc despre „*coroborarea*" unei teorii, care implică o apreciere a teoriei. (În această privinţă nu există vreo deosebire între coroborare şi probabilitate.) În plus, şi eu susţin punctul de vedere că ipotezele trebuie să fie caracterizate nu ca enunţuri „adevărate", ci ca „propuneri (conjecturi) provizorii" (sau ceva asemănător); şi acest punct de vedere poate fi exprimat numai printr-o apreciere a acestor ipoteze.

La a doua parte a acestei obiecţii se poate răspunde uşor. Aprecierea pe care o dau teoriilor ştiinţifice, caracterizarea lor drept conjecturi provizorii, are statutul unei *tautologii* şi nu dă naştere ca atare la dificultăţi de tipul celor pe care le generează logica inducţiei. Această caracterizare nu este decît o parafrazare a afirmaţiei (cu care este prin definiţie echivalentă) că enunţurile strict universale, adică teoriile, nu pot fi derivate din enunţuri singulare.

Asemănător stau lucrurile şi cu prima parte a obiecţiei, care priveşte coroborarea în calitate de apreciere. Coroborarea ca apreciere nu este o ipoteză, ci poate fi derivată, dacă sînt date teoria şi enunţurile de bază acceptate. Ea constă în stabilirea faptului că aceste enunţuri de bază nu contrazic teoria, şi anume prin considerarea gradului de testabilitate a teoriei ca şi a severităţii testelor cărora le-a fost supusă teoria pînă la un moment dat.

Numim o teorie „coroborată" atît timp cît ea a trecut cu succes aceste teste. Relaţiile fundamentale care stau la baza aprecierii (evaluării) pe care o numesc coroborare sînt compatibilitatea şi incompatibilitatea. Incompatibilitatea o consider o falsificare a teoriei, în timp ce numai compatibilitatea nu justifică atribuirea unui grad pozitiv de coroborare teoriei: simplul fapt că o teorie nu a fost încă falsificată nu poate fi considerat ca suficient. Căci se pot oricînd construi un număr oricît de mare de teorii care sînt compatibile cu orice sistem dat de enunţuri de bază acceptate. (Această remarcă este valabilă şi pentru toate sistemele „metafizice".)

S-ar putea, eventual, sugera că unei teorii ar trebui să i se acorde un anumit grad pozitiv de coroborare, dacă ea este compatibilă cu un sistem de enunţuri de bază acceptate şi dacă, în plus, o parte a acestui sistem poate fi derivată din teorie. Ori s-ar putea sugera, ţinînd seama de faptul că enunţuri de

bază nu pot fi derivate dintr-un sistem pur teoretic (deşi negaţiile lor pot fi derivate dintr-un asemenea sistem), adoptarea următoarei reguli: unei teorii i se va acorda un grad pozitiv de coroborare dacă este compatibilă cu enunţurile de bază acceptate şi dacă, în plus, o subclasă nevidă a acestor enunţuri de bază este derivabilă din teorie în conjuncţie cu celelalte enunţuri de bază acceptate*[1].

Nu am vreo obiecţie serioasă împotriva acestei ultime formulări, decît că mi se pare insuficientă pentru caracterizarea gradului pozitiv de coroborare. Căci obişnuim să caracterizăm teoriile ca fiind mai bine sau mai puţin bine coroborate. Gradul de coroborare al unei teorii nu poate fi însă stabilit pur şi simplu numărînd cazurile coroboratoare, adică enunţurile de bază acceptate, care sînt derivabile în modul menţionat mai sus. Căci este posibil ca o teorie să fie cu mult mai puţin coroborată decît alta, deşi cu ajutorul ei am derivat mult mai multe enunţuri de bază decît cu ajutorul celeilalte. Un exemplu ar fi compararea ipotezelor „Toţi corbii sînt negri" şi „Sarcina electrică elementară are valoarea determinată de Millikan" (ultima a fost menţionată în paragraful 37). Deşi am acceptat probabil mai multe enunţuri de bază coroboratoare în cazul ipotezelor de felul celei dintîi, vom considera totuşi ipoteza lui Millikan ca mai bine coroborată.

Asupra gradului de coroborare decide deci nu atît numărul cazurilor coroboratoare, cît *severitatea testării* la care poate fi sau a fost supusă ipoteza în discuţie. Severitatea testării depinde, la rîndul ei, de gradul de testabilitate (de „simplitate") a ipotezei: ipoteza care este într-un grad mai înalt falsificabilă, sau ipoteza mai simplă, este într-un grad mai înalt coroborată[1]. Desigur, gradul de coroborare nu depinde *numai* de gradul de falsificabilitate; un enunţ

---

*[1] Această încercare de definiţie a lui „coroborat pozitiv" (care însă va fi respinsă în paragraful următor ca insuficientă, fiindcă nu cuprinde o referire explicită la teste severe, adică la încercări de a infirma teoria) este interesantă cel puţin în două privinţe. În primul rînd, ea este strîns corelată cu criteriul meu de demarcaţie, în special cu acea formulare a lui pe care am adăugat-o în nota *1 la paragraful 21. Cele două formulări sînt în concordanţă, cu excepţia restrîngerii la enunţuri de bază *acceptate*, care este parte componentă a prezentei definiţii. Dacă omitem însă această restricţie, prezenta definiţie este identică cu criteriul meu de demarcaţie.

În al doilea rînd, dacă, în loc de a omite această restricţie, limităm şi mai mult clasa enunţurilor de bază acceptate *derivate*, cerînd ca ele să fie acceptate ca rezultate ale unor încercări sincere de a infirma teoria, atunci definiţia noastră devine o definiţie adecvată a conceptului de „coroborat pozitiv", dar desigur nu a conceptului „grad de coroborare". Această afirmaţie va fi întemeiată implicit în textul care urmează. În afară de aceasta, enunţurile de bază, acceptate în acest fel, pot fi caracterizate ca „enunţuri coroboratoare" ale teoriei.

Trebuie reţinut că „enunţurile instanţiale" (adică enunţurile de bază negate, vezi paragraful 28) nu pot fi caracterizate adecvat ca enunţuri coroboratoare ale teoriei pe care o instanţializează, fiindcă ştim că orice lege universală este instanţializată aproape oriunde, cum se indică în nota *1 a paragrafului 27. (Vezi şi nota *4 a paragrafului 80 şi textul respectiv.)

[1] Acesta este un alt punct în care există concordanţă între conceptul meu de simplitate şi cel al lui Weyl; vezi nota 7 la paragraful 42. *Această concordanţă este o consecinţă a punctului de vedere datorat lui Jeffreys, Wrinch şi Weyl (cf. nota 7 la paragraful 42) că numărul mic al parametrilor unei funcţii poate fi folosit ca o măsură a simplităţii ei, în conjuncţie cu punctul meu de vedere (cf. paragraful 38 şi urm.) că numărul mic de parametri poate fi utilizat ca o măsură a testabilităţii sau improbabilităţii, punct de vedere respins de aceşti autori. (Vezi şi notele *1 şi *2 la paragraful 43.)

poate să fie falsificabil într-un grad înalt, dar să nu fie încă coroborat sau să fie deja falsificat; sau poate, fără să fi fost falsificat, să fie depăşit de o teorie mai bine testabilă din care poate fi dedus cu o aproximaţie satisfăcătoare. (În acest caz, gradul său de coroborare scade de asemenea.)

Ca şi gradul de falsificabilitate, gradul de coroborare a două enunţuri nu poate fi comparat în toate cazurile; nu putem defini grade de coroborare numeric calculabile, ci putem vorbi doar în mare despre grade pozitive şi grade negative de coroborare ş.a.m.d.*[2]. Oricum, putem formula diferite reguli; de exemplu, regula că nu vom mai atribui un grad pozitiv de coroborare unei teorii falsificate de experimente intersubiectiv testabile (cf. paragrafele 8 şi 22). (Vom putea totuşi acorda, în anumite împrejurări, un grad pozitiv de coroborare unei alte teorii, chiar dacă aceasta urmează o linie de gîndire apropiată de prima. Un exemplu este teoria fotonului a lui Einstein, care este înrudită cu teoria corpusculară a luminii a lui Newton.) Consider, în general, o falsificare intersubiectiv testabilă (asigurată metodologic în mod corespunzător) ca definitivă; tocmai în aceasta se exprimă asimetria dintre verificare şi falsificare. Fiecare din aceste reguli contribuie în modul ei particular la determinarea caracterului dezvoltării ştiinţei, ca un proces caracterizat prin aproximaţii graduale. O evaluare istorică ulterioară, care intervine după adăugarea unor noi enunţuri de bază la cele acceptate, poate înlocui un grad de coroborare pozitiv cu unul negativ, dar nu şi invers. Şi deşi cred că în dezvoltarea ştiinţei teoria şi nu experimentul, ideea şi nu observaţia, au fost întotdeauna cele care au indicat calea spre noi cunoştinţe, rămîne adevărat că întotdeauna experimentul este cel care ne împiedică să apucăm pe căi care nu duc nicăieri, ne ajută să abandonăm căile bătătorite şi ne cere să căutăm altele noi.

Gradul de falsificabilitate al teoriei intră deci în aprecierea coroborării. Această apreciere poate fi considerată ca purtînd asupra relaţiilor logice dintre teorie şi enunţurile de bază acceptate, ca o apreciere în care se exprimă şi severitatea testelor la care a fost supusă teoria.

83. *Coroborabilitate, testabilitate şi probabilitate logică**[1]

În aprecierea gradului de coroborare al teoriei am luat în considerare gradul ei de falsificabilitate. O teorie poate să fie cu atît mai bine coroborată, cu cît este mai bine testabilă. Testabilitatea este însă opusă conceptului de probabilitate logică, astfel încît s-ar putea spune şi că aprecierea coroborării ia în considerare *probabilitatea logică* a enunţului în discuţie. Aceasta, la rîndul

---

*[2] Atît timp cît este vorba de aplicarea la teorii existente, această apreciere mi se pare şi astăzi corectă; cred însă acum că este posibil să definim „gradul de coroborare" în aşa fel încît să putem compara gradele de coroborare (de exemplu, al teoriei gravitaţionale a lui Newton şi al celei a lui Einstein). În plus, această definiţie face posibilă chiar atribuirea de grade de coroborare ipotezelor statistice şi poate şi altor enunţuri, *presupunînd că* putem atribui grade de probabilitate logică (absolută şi relativă) acestora *şi enunţurilor coroboratoare*. Vezi şi anexa *IX.

*[1] Dacă se utilizează această terminologie, pe care am explicat-o pentru prima dată în nota mea din „*Mind*", 1938, atunci înaintea cuvîntului „probabilitate logică" va trebui plasat peste tot cuvîntul „absolută" (spre a marca deosebirea faţă de probabilitatea logică „relativă" sau condiţională); cf. anexele *II, *IV şi *IX.

ei, cum s-a arătat în paragraful 72, este legată de conceptul de probabilitate obiectivă (probabilitate a evenimentelor). Prin considerarea probabilității logice se stabilește o legătură, deși numai una indirectă, între conținutul de coroborare și cel de probabilitate a evenimentelor. S-ar putea crede că există o legătură aici cu doctrina probabilității ipotezelor, criticată mai sus.

Dacă încercăm să apreciem gradul de coroborare al unei teorii, vom ajunge la următoarele considerații. Gradul de coroborare al unei teorii va crește odată cu numărul cazurilor coroboratoare. Acordăm, de obicei, primelor coroborări o pondere mai mare decît următoarelor; odată ce teoria este bine coroborată, coroborările ulterioare vor spori foarte puțin gradul ei de coroborare. Această observație nu este însă valabilă dacă cazurile mai „recente" sînt foarte diferite de cele „inițiale", adică dacă ele coroborează teoria într-un *nou domeniu de aplicare;* în această situație ele pot ridica considerabil gradul de coroborare al teoriei. Gradul de coroborare al unei teorii de mare generalitate poate fi deci mai mare decît al unei teorii mai puțin generale (și deci mai puțin falsificabile). Similar, teoriile mai precise pot fi mai bine coroborate decît teoriile mai puțin precise. De exemplu, obișnuim să nu atribuim profețiilor tipice ale unui grafolog sau ale unei ghicitoare un grad pozitiv de coroborare, între altele fiindcă predicțiile lor sînt atît de imprecise și de precaute încît probabilitatea logică ca acestea să nu fie dezmințite este extrem de mare. Iar dacă ni se povestește că și profeții de acest fel, mai precise și logic mai improbabile, s-au îndeplinit, ne vom îndoi nu atît de îndeplinirea profeției, cît de faptul că a fost logic improbabilă. Deoarece tindem să credem că asemenea profeții nu pot fi coroborate, tindem să conchidem în asemenea cazuri de la gradul lor scăzut de coroborabilitate la gradul lor scăzut de testabilitate.

Dacă comparăm aceste considerații cu cele implicate în logica probabilității (a inducției) ajungem la un rezultat remarcabil. Din punctul meu de vedere, *coroborabilitatea* unei teorii și de asemenea *gradul de coroborare* al unei teorii care a trecut în fapt teste severe sînt, pentru a spune așa*[2], *invers proporționale* cu probabilitatea ei logică, căci ambele cresc odată cu testabilitatea și simplitatea ei. *Punctul de vedere al logicii probabilității este tocmai invers.* Reprezentanții ei susțin că probabilitatea unei ipoteze crește *direct proporțional* cu probabilitatea ei logică, deși, fără îndoială, ei înțeleg prin probabilitatea unei ipoteze aproape același lucru pe care eu îl desemnez prin termenul „grad de coroborare"*[3].

---

*[2] Am scris „pentru a spune așa", fiindcă nu cred de fapt în probabilități logice numerice (absolute). Din această cauză am oscilat, cînd am scris textul, între punctul de vedere că gradul de coroborare este complementar cu probabilitatea logică (absolută) și punctul de vedere că este invers proporțional; sau, cu alte cuvinte, între o definiție a lui $C(g)$, adică a gradului de coroborare, prin $C(g)=1-P(g)$, care ar face coroborarea egală cu conținutul, sau prin $C(g)=1/P(g)$, unde $P(g)$ este probabilitatea logică absolută a lui g. În funcție de definițiile pe care le adoptăm, se poate ajunge la una sau la cealaltă dintre aceste concluzii, și ambele sînt intuitiv plauzibile, ceea ce explică ezitările mele. Există motive puternice în favoarea primei metode, dar și pentru o scară logaritmică aplicată celei de a doua. Vezi anexa *IX.

*[3] Ultima parte a acestui paragraf, îndeosebi de la propoziția scrisă în cursive (care nu a fost în cursive în textul original) conține elementul crucial al criticii mele la adresa teoriei probabiliste a inducției. Acesta poate fi rezumat în felul următor.

Căutăm ipoteze *simple*, ipoteze cu un *conținut* mare, cu un grad înalt de *testabilitate*. Acestea sînt și ipotezele cele mai *coroborabile*, fiindcă gradul de coroborare al unei ipoteze

Keynes, care foloseşte expresia „probabilitate *a priori*" pentru ceea ce eu numesc „probabilitate logică" (vezi nota 1 la paragraful 34), face despre ceea ce numeşte „generalizare" (adică ipoteză) următoarea remarcă[1] cu totul corectă: „Cu cît este mai cuprinzătoare condiţia φ şi cu cît este mai puţin cuprinzătoare consecinţa *f*, cu atît este mai mare probabilitatea *à priori**[4] pe care o atribuim generalizării *g*. Cu orice creştere în φ creşte şi această probabilitate; şi cu orice creştere în *f*, ea scade". Această remarcă este perfect corectă chiar dacă Keynes nu trasează o distincţie clară*[5] între ceea ce numeşte „probabilitatea unei generalizări" — corespunzătoare cu ceea ce eu numesc „probabilitatea unei ipoteze" — şi „probabilitatea ei *á priori*". În opoziţie cu conceptul meu de *coroborare*, aici *probabilitatea ipotezei* creşte odată cu probabilitatea ei logică *a priori*. Faptul că Keynes înţelege, cu toate acestea, prin „probabilitate" acelaşi lucru pe care eu îl înţeleg prin „coroborare" rezultă din aceea că el subliniază, ca şi mine, că probabilitatea creşte cu numărul cazurilor coroboratoare şi mai ales odată cu creşterea diversităţii lor. Dar Keynes trece cu vederea faptul că teoriile care sînt coroborate în domenii foarte diferite de aplicare vor avea, de obicei, şi un grad mai mare de generalitate şi deci că cele două cerinţe prin care doreşte să obţină o probabilitate mare — un grad cît mai mic de generalitate şi o varietate cît mai mare de predicţii coroborate — sînt în principiu incompatibile.

---

depinde în principal de severitatea testelor pe care le propune şi deci de testabilitatea ei. Noi ştim însă că testabilitatea este acelaşi lucru cu *improbabilitate* logică (absolută) mare sau cu *probabilitate* logică (absolută) mică.

Dar dacă două ipoteze, h_1 şi h_2, sînt comparabile din punctul de vedere al conţinutului lor şi astfel din punctul de vedere al probabilităţii lor logice (absolute) şi dacă probabilitatea logică (absolută) a lui h_1 este mai mică decît a lui h_2, atunci pentru orice constatări faptice *e*, probabilitatea logică (relativă) a lui h_1 în raport cu *e* nu poate depăşi niciodată pe cea a lui h_2 în raport cu *e*. *Astfel ipoteza mai bine testabilă şi coroborabilă nu poate obţine niciodată o probabilitate mai mare, în raport cu constări faptice date, decît cea mai puţin testabilă.* Aceasta implică însă că *gradul de coroborare nu poate fi acelaşi cu gradul de probabilitate.*

Acesta este rezultatul crucial. În pasajele care urmează, trag concluzia care rezultă de aici: cine pune preţ pe probabilitate mare va trebui să spună foarte puţin sau chiar nimic: tautologiile vor avea întotdeauna cea mai mare probabilitate.

[1] KEYNES, *A Treatise on Probability*, 1921, p. 225 şi urm. Condiţia φ şi consecinţa *f* ale lui Keynes corespund, în terminologia folosită de mine (cf. nota 6 la paragraful 14), cu antecendentul φ, şi respectiv consecventul *f* al funcţiei propoziţionale condiţionale; cf. şi paragraful 36. Trebuie reţinut că Keynes numeşte condiţia, respectiv consecinţa, mai *cuprinzătoare* dacă *conţinutul lor* sau intensiunea lor, mai curînd decît extensiunea lor, sînt mai mari. (Mă refer la relaţia inversă dintre intensiunea şi extensiunea unui termen.)

*[4] Keynes îi urmează pe unii logicieni eminenţi din Cambridge scriind „*à priori*" şi „*à posteriori*"; la aceasta se poate replica doar *à propos de rien* sau poate *à propos d'à propos*.

*[5] Keynes ţine seama, bineînţeles, de distincţia dintre probabilitatea *a priori* (sau „logică absolută", cum o numesc eu acum) a „generalizării" *g* şi probabilitatea ei în raport cu o constatare faptică dată *h*, şi în acest sens afirmaţia mea din text trebuie corectată. (El face distincţia presupunînd corect, deşi poate numai implicit — vezi p. 225 din *Treatise* —, că dacă $\varphi = \varphi_1\varphi_2$ şi $f = f_1 f_2$, atunci probabilităţile *a priori* ale diferitelor *g* sînt $g(\varphi, f_1) \geqslant g(\varphi, f) \geqslant g(\varphi_1 f)$. Şi el *demonstrează* corect că probabilităţile *a posteriori* ale acestor ipoteze *g* (în raport cu orice constatare faptică dată *h*) se schimbă în acelaşi fel ca şi probabilităţile lor *a priori*. Astfel el dovedeşte că probabilităţile se comportă ca şi probabilităţile logice (absolute), în timp ce teza mea fundamentală a fost şi încă este că gradele de coroborabilitate (şi de coroborare) a ipotezelor sînt invers proporţionale cu probabilităţile logice.

Teoria lui Keynes implică, dacă exprimăm lucrurile în terminologia mea, că odată cu creşterea testabilităţii *descreşte* coroborarea (sau probabilitatea ipotezelor). La această concluzie îl conduce punctul său de vedere logic inductiv*[6]. Tendinţa logicii inducţiei este de a face ipotezele ştiinţifice cît mai *certe* cu putinţă. Diferitelor ipoteze li se atribuie însemnătate ştiinţifică numai în măsura în care pot fi justificate de experienţă. Tocmai distanţa logică mică dintre teorie şi enunţurile empirice face teoria valoroasă din punct de vedere ştiinţific; aceasta nu înseamnă însă nimic altceva decît că conţinutul teoriei trebuie să depăşească cît mai puţin cu putinţă constatările empirice*[7]. Susţinut consecvent, acest punct de vedere este îndreptat împotriva recunoaşterii valorii predicţiilor. „Credinţa în valoarea deosebită a predicţiei — scrie Keynes[2] — este opera imaginaţiei. Numărul cazurilor examinate şi analogiile dintre ele sînt punctele esenţiale, iar faptul că o ipoteză a fost propusă înainte sau după cercetarea faptelor care o sprijină este lipsit de importanţă". Referindu-se la ipotezele care au fost „propuse *a priori*" — adică înainte de a poseda suficiente temeiuri inductive care vin în sprijinul lor — Keynes scrie: „... dacă este vorba pur şi simplu de o ghicire fericită, atunci faptul că precedă unele sau toate cazurile care o verifică nu adaugă nimic la valoarea ei". Această concepţie asupra predicţiei este, desigur, logic consistentă. Dar se ridică întrebările: „Ce ne mai împinge să generalizăm?" „De ce mai formulăm ipoteze şi teorii?" Punctul de vedere al logicii inducţiei nu ne oferă un răspuns satisfăcător la aceste întrebări. Dacă atribuim cea mai mare valoare unei cunoaşteri certe, dacă predicţiile ca atare nu au nici o valoare pentru coroborare [59], de ce nu ne mulţumim, pur şi simplu, cu enunţurile de bază?*[8][60].

Întrebări similare ridică şi punctul de vedere al lui Kaila[3]. În timp ce eu cred că teoriile simple, deci şi teoriile care nu utilizează decît în mică măsură ipoteze auxiliare (cf. paragraful 46), pot fi bine coroborate, tocmai datorită improbabilităţii lor logice, Kaila interpretează situaţia în sensul opus, pornind de la temeiuri asemănătoare cu cele ale lui Keynes. Şi el constată că acordăm o mare „probabilitate" teoriilor simple, îndeosebi teoriilor cu puţine ipoteze auxiliare, în cazul cînd ele sînt coroborate. Dar el nu atribuie o mare probabilitate acestor teorii fiindcă sînt sever testabile (propun teste severe) sau logic improbabile şi au prin urmare *a priori mari şanse* de a intra în conflict cu enun-

---

*[6] Vezi în *Postscriptum*, capitolul *II. În teoria mea a coroborării, în opoziţie directă cu teoriile probabilităţii ale lui Keynes, Jeffreys şi Carnap, coroborarea nu *descreşte*, ci tinde să *crească* cu testabilitatea.

*[7] Acest punct de vedere poate fi exprimat şi prin regula inacceptabilă: „Alege întotdeauna ipoteza care este în cel mai înalt grad *ad hoc!*".

[2] KEYNES, *op. cit.*, p. 305.

*[8] CARNAP, în *Logical Foundations of Probability*, 1950, acordă valoare *practică* predicţiilor; totuşi el se alătură concluziei că putem să ne mulţumim cu enunţurile de bază. El scrie că teoriile (el vorbeşte despre „legi") „nu sînt indispensabile" pentru ştiinţă, nici cel puţin pentru formularea de predicţii: ne putem descurca foarte bine numai cu enunţuri singulare. „Cu toate acestea", scrie el (p. 375), „este fără îndoială avantajos să formulăm legi universale în cărţile de fizică, biologie, psihologie etc.". Nu este vorba însă de ceea ce este avantajos, ci de setea de a cunoaşte a omului de ştiinţă. *Unii oameni de ştiinţă doresc să explice lumea*: scopul lor este de a găsi teorii explicative satisfăcătoare — teorii bine testabile, adică simple — şi să le testeze. (Vezi şi anexa *X şi paragraful *15 din *Postscriptum.*)

[3] KAILA, *Die Prinzipien der Wahrscheinlichkeitslogik*, „*Annales Universitatis Aboensis*", Turku, 1926, p. 140.

ţuri de bază, ci, dimpotrivă, fiindcă un sistem care conţine puţine ipoteze are *a priori mai puţine* şanse de a intra în conflict cu realitatea decît un sistem care conţine multe ipoteze. Aici se ridică din nou întrebarea: De ce ne batem capul cu asemenea teorii aventuroase? Dacă ne temem de conflictul cu realitatea, de ce formulăm, în general, asemenea enunţuri? Cel mai prudent ar fi, doar, să adoptăm un sistem *fără* ipoteze*[9].

Regula mea că ipotezele auxiliare trebuie utilizate cît mai economicos cu putinţă („principiul parcimoniei în utilizarea ipotezelor“), nu are nimic comun cu consideraţii de acest fel. Nu mă interesează în primul rînd ca numărul de enunţuri să fie mic, ci simplitatea lor, în sensul testabilităţii înalte. Acest interes duce, pe de o parte, la regula că ipotezele auxiliare trebuie să fie utilizate cît mai economic cu putinţă, şi, pe de altă parte, la cerinţa ca numărul axiomelor — al ipotezelor celor mai fundamentale — să fie mic. Al doilea punct decurge din cerinţa formulării unor enunţuri de un nivel cît mai ridicat de generalitate, din cerinţa ca un sistem care conţine multe „axiome“ să fie dedus şi explicat, dacă este posibil, din unul cu mai puţine „axiome“, cu axiome de un nivel mai înalt de generalitate.

84. *Observaţii cu privire la utilizarea conceptelor „adevărat“ şi „coroborat“*

În construcţia logicii ştiinţei schiţată aici, se poate renunţa la folosirea conceptelor de „adevărat“ şi „fals“*[1]. Locul lor este luat de consideraţii logice

*[9] Inductivistul, care năzuieşte spre o probabilitate înaltă, ar trebui de aceea să susţină maxima: „Vorba este de argint iar tăcerea este de aur“.

*[1] Nu mult timp după ce am scris aceste rînduri am avut marele noroc de a-l întîlni pe Alfred Tarski care mi-a explicat ideile fundamentale ale teoriei sale asupra adevărului. Este extrem de regretabil că această teorie — una din cele două mari descoperiri realizate în domeniul logicii de la *Principia Mathematica* încoace — este încă deseori neînţeleasă şi greşit prezentată. Nu se poate sublinia îndeajuns că ideea de adevăr a lui Tarski (pentru a cărei definiţie în limbajele formalizate, el a dat o metodă) se acoperă cu ideea de adevăr a lui Aristotel şi, în general, cu ideea de adevăr a majorităţii oamenilor (cu excepţia pragmatiştilor) — ideea că *adevărul este corespondenţa cu faptele* (sau cu realitatea). Dar ce putem să avem în vedere cînd spunem despre un *enunţ* că corespunde cu *faptele* (sau cu realitatea)? Odată ce am înţeles că această corespondenţă nu poate să aibă caracterul unei asemănări structurale, sarcina de a clarifica natura acestei corespondenţe pare să fie lipsită de perspective; o consecinţă a acestei situaţii este că devenim neîncrezători faţă de conceptul de adevăr şi preferăm să nu-l mai utilizăm. Tarski a rezolvat (cu referire la limbajele formalizate) această problemă, aparent fără perspective de soluţionare, prin aceea că a redus conceptul de corespondenţă la un concept mai simplu, cel de „satisfacere“ sau „realizare“ (fulfilment) şi a introdus ideea unui metalimbaj.

Datorită teoriei lui Tarski, eu nu mai ezit acum să vorbesc de „adevăr“ şi „falsitate“. Iar utilizarea pe care o dau acestor cuvinte, ca şi utilizarea lor în vorbirea curentă (cu excepţia utilizării lor de către pragmatişti), s-a dovedit, în mod firesc, consistentă cu teoria lui Tarski a adevărului absolut. Deşi punctele mele de vedere cu privire la logica formală şi la filozofia logicii au fost revoluţionate de teoria lui Tarski, punctele mele de vedere asupra ştiinţei şi a filozofiei ei au rămas neafectate, deşi au fost clarificate de această teorie.

Unele din criticile curente astăzi la adresa teoriei lui Tarski mi se par a fi foarte departe de a-şi atinge ţinta. Se spune că definiţia lui ar fi artificială şi complicată. Dar, dacă

asupra relaţiilor de derivabilitate. Nu va trebui deci să spunem că predicţia *p* este „adevărată" dacă teoria *t* şi enunţul de bază *b* sînt „adevărate". Vom putea să spunem, în loc de aceasta, că enunţul *p* decurge din conjuncţia (necontradictorie) dintre *t* şi *b*. În mod asemănător poate fi descrisă şi falsificarea unei teorii. Nu va trebui să spunem că teoria este „falsă", ci vom putea spune, în loc de aceasta, că este contrazisă de o anumită mulţime de enunţuri de bază acceptate. Nu va trebui să spunem nici despre enunţurile de bază că sînt „adevărate" sau „false"; căci putem interpreta acceptarea lor ca rezultat al unei decizii convenţionale, iar enunţurile acceptate, ca rezultate ale acestei decizii [61].

Aceasta nu înseamnă, desigur, că ne este interzis să utilizăm conceptele de „adevărat" şi „fals" sau că folosirea lor dă naştere la dificultăţi deosebite. Tocmai faptul că le putem elimina arată că ele nu pot da naştere la vreo problemă fundamental nouă. Utilizarea conceptelor „adevărat" şi „fals" va fi prin urmare asemănătoare cu cea a conceptelor „tautologie", „contradicţie", „implicaţie" ş.a.m.d. Acestea sînt concepte logice[1], neempirice. Ele caracterizează un enunţ fără să ţină seama de schimbările din lumea empirică; în timp ce presupunem că proprietăţile obiectelor fizice se schimbă în decursul timpului, decidem să utilizăm predicatele logice în aşa fel încît proprietăţile logice ale enunţurilor să devină atemporale. Dacă, de exemplu, un enunţ este o tautologie, el este o tautologie odată pentru totdeauna. Aceeaşi atemporalitate o atribui şi conceptelor de „adevărat" şi „fals", şi aceasta în acord cu folosirea lor în vorbirea curentă. Căci nu obişnuim să spunem despre un enunţ că a fost ieri adevărat dar că astăzi este fals. Dacă am declarat ieri adevărat, un enunţ pe care îl caracterizăm astăzi ca fals, înseamnă că afirmăm explicit astăzi că ieri *ne-am înşelat;* căci enunţul pe care l-am considerat, în mod eronat, ca adevărat a fost fals şi ieri; el este atemporal fals.

Aici se vede foarte clar diferenţa dintre adevăr şi coroborare. Ce-i drept, caracterizarea unui enunţ ca fiind coroborat sau necoroborat este de asemenea o caracterizare logică şi de aceea atemporală; o asemenea caracterizare afirmă o anumită relaţie logică între un sistem teoretic şi un anumit sistem de enunţuri de bază acceptate. Dar nu putem niciodată să spunem despre un enunţ că este pur şi simplu „coroborat", în acel sens absolut în care putem spune că este *adevărat* [62], ci putem spune doar că este coroborat în raport cu un anumit sistem de enunţuri de bază, acceptat pînă într-un anumit moment al timpului. „Coroborarea pe care a primit-o o teorie pînă ieri" *nu este logic identică*

---

el defineşte un concept de adevăr pentru limbajele formalizate, definiţia sa trebuie să fie bazată pe definiţia unei expresii (formule) bine formate în acest limbaj; ea va avea deci acelaşi grad de „artificialitate" şi „complexitate" ca şi această definiţie. O altă obiecţie pleacă de la terminologia traducerii engleze a lucrării lui Tarski. Se spune că numai enunţurile (*statements*) şi judecăţile (*propositions*) pot fi adevărate sau false, nu şi propoziţiile (*sentences*). Poate „*sentence*" nu este o bună traducere a terminologiei originale a lui Tarski. (În ce mă priveşte, prefer pe „*statement*" lui „*sentence*"; vezi de exemplu *Note on Tarski's Definition of Truth*, „*Mind*", *64*, 1955, p. 388, nota de subsol 1.) Tarski însuşi a arătat foarte clar că o expresie neinterpretată (sau un şir de simboluri) nu poate fi caracterizată ca adevărată sau falsă şi că aceşti termeni nu pot fi aplicaţi decît unor expresii (formule) interpretate — unor „propoziţii cu sens" („*meaningful sentences*")— cum se spune în traducere. Îmbunătăţirile terminologice sînt întotdeauna binevenite, dar este curat obscurantism să critici o teorie numai pe temeiuri terminologice.

[1](Adaos la corectură.) Carnap ar spune „concepte sintactice", (cf. *Die logische Syntax der Sprache*).

cu „coroborarea pe care a primit-o o teorie pînă astăzi". Trebuie deci să atașăm oricărei evaluări cu privire la coroborare un indice temporal, care să permită distingerea sistemului de enunțuri de bază la care se raportează coroborarea teoriei*2.

Prin urmare, coroborarea nu este o „valoare de adevăr", ea nu poate fi pusă pe același plan cu conceptele „adevărat" și „fals", care sînt lipsite de determinări temporale. Căci pentru unul și același enunț poate exista, în principiu, un număr oricît de mare de valori de coroborare, toate „corecte" și „adevărate", rezultate din raportarea teoriei la mulțimi diferite de enunțuri de bază, acceptate în diferite momente ale timpului.

Prin acestea este caracterizată și relația dintre punctul meu de vedere și cel al pragmatiștilor, care propun *definirea „adevărului" în termenii succesului unei teorii, — deci în termenii utilității, confirmării sau coroborării ei*. Sînt de acord cu ei, dacă nu vor să spună nimic altceva decît că o estimare logică a succesului unei teorii nu poate fi decît o evaluare a coroborării ei. Cred însă că identificarea conceptului de coroborare cu cel de adevăr este nepotrivită*3. O asemenea identificare este evitată și în vorbirea curentă: se spune despre o teorie că este încă foarte puțin coroborată sau că este încă necoroborată, dar nu că este „încă foarte puțin adevărată" sau că este încă „falsă" [64].

85. *Calea științei*

Dezvoltarea fizicii are loc de la teorii mai puțin generale la teorii mai generale. Se obișnuiește să se numească această direcție „direcție inductivă" și ne putem întreba dacă progresul cercetării în direcția inductivă nu reprezintă un argument pentru metoda inductivă.

Dezvoltarea in direcția inductivă nu înseamnă însă o înaintare prin inferențe inductive. Am arătat că ea poate fi explicată în termeni cu totul diferiți, în termeni de grade de testabilitate și coroborabilitate. O teorie care a fost bine coroborată poate fi înlocuită numai de o teorie de un nivel mai înalt de generalitate, adică de o teorie mai testabilă și care în plus conține vechea teorie, bine coroborată, ca pe o primă aproximație. Această tendință de dezvoltare, această înaintare spre teorii tot mai generale ar putea fi denumită, poate mai potrivit, „cvasiinducție".

Procesul cvasiinductiv poate fi reprezentat în felul următor. Teorii de un anumit nivel de generalitate sînt propuse și testate deductiv; după aceea teorii de un nivel mai înalt de generalitate sînt propuse și testate cu ajutorul celor de nivel mai scăzut ș.a.m.d. Metodele de testare sînt invariabil înteme-

---

*2 Cf. nota *1 la paragraful 81.

*3 Dacă am defini „adevărat" prin „util" (cum au sugerat unii pragmatiști, îndeosebi William James) sau prin „încununat de succes", „confirmat" sau „coroborat", ar trebui să introducem un nou concept, un concept „absolut" și „atemporal", care să joace rolul conceptului de „adevăr".

iate pe inferențe deductive de la nivelul mai înalt la nivelul mai scăzut*[1]; pe de altă parte, nivelurile de generalitate sînt atinse, în ordinea timpului, înaintîndu-se de la niveluri mai scăzute la niveluri mai înalte.

S-ar putea întreba: De ce nu inventăm de-a dreptul teorii de cel mai înalt nivel de generalitate? De ce așteptăm să se producă această dezvoltare cvasiinductivă? Nu înseamnă aceasta, totuși, acceptarea unui element inductiv? Eu nu sînt de această părere. Tot timpul vor fi formulate idei, presupuneri, teorii de diferite niveluri de generalitate. Din acele teorii care sînt, pentru a spune așa, de un nivel prea înalt de generalitate, adică sînt prea îndepărtate de nivelul atins de știința testabilă a prezentului, ia naștere, poate, un „sistem metafizic". Chiar dacă se reușește (sau se reușește parțial, ca de exemplu în cazul sistemului lui Spinoza) să se deducă din acest sistem enunțuri care aparțin unui sistem științific coroborat, printre ele nu vor exista consecințe testabile noi; ceea ce înseamnă că nu poate fi indicat un experiment crucial care să testeze sistemul*[2]. Dacă, pe de altă parte, ar putea fi indicat un asemenea experiment crucial, atunci sistemul va conține, ca o primă aproximație, o teorie coroborată și, în același timp, consecințe noi, care pot fi testate. În acest caz, sistemul nu va fi, desigur, metafizic și va putea fi privit ca un nou pas înainte în dezvoltarea cvasiinductivă a științei. Aceasta explică de ce legătura cu știința timpului poate fi stabilită, în general, numai de acele teorii care sînt propuse ca răspunsuri la situația problematică a momentului, la dificultățile, contradicțiile și falsificările din acel moment. Propunînd o soluție acestor dificultăți, aceste teorii pot să indice calea spre un experiment crucial.

Pentru a ne face o imagine despre dezvoltarea cvasiinductivă a științei, putem compara diferitele idei și ipoteze cu particulele care plutesc într-un lichid. Precipitațiile de pe fundul vasului reprezintă „știința", care se dispune în straturi de generalitate. Grosimea depunerilor crește odată cu numărul acestor straturi, fiecare strat nou corespunzînd unei noi teorii, mai generală decît cea corespunzătoare stratului de mai jos. Ca rezultat al acestui proces, idei care înainte pluteau în regiuni metafizice înalte pot stabili contactul cu știința empirică. Exemple de asemenea idei sînt atomismul, ideea unei substanțe primare, ideea mișcării Pămîntului, combătută de Bacon ca o născocire, străvechea teorie corpusculară a luminii, teoria asupra naturii fluide a electricității (reînviată în ipoteza electronică a conductibilității electrice). Toate aceste concepte și idei metafizice au putut ajuta, încă în formele lor inițiale, la ordonarea imaginii generale asupra lumii și, în anumite cazuri, au putut conduce chiar la predicții încununate de succes. Ele au căpătat însă un caracter științific cînd au devenit falsificabile, cînd a devenit posibil să se decidă empiric între ele și alte teorii rivale.

---

*[1] Inferențele deductive de la nivelul mai înalt la nivelul mai scăzut sînt desigur *explicații*, în sensul pe care îl primește termenul în paragraful 12; ipotezele de la nivelul mai înalt sînt deci *explicative* în raport cu cele de la nivelul mai scăzut.

*[2] Trebuie reținut că înțeleg prin experiment crucial un experiment care este menit să infirme (dacă este posibil) o teorie și mai ales un experiment care este menit să facă posibilă o decizie între două teorii competitive, infirmînd (cel puțin) una dintre ele, fără a dovedi, desigur, adevărul celeilalte. (Vezi și nota 1 din paragraful 22 și anexa *IX.)

Cercetarea întreprinsă aici a urmărit diferitele consecinţe ale deciziilor şi convenţiilor adoptate la începutul cărţii — îndeosebi ale criteriului de demarcaţie. Privind înapoi, voi încerca să schiţez, foarte sumar, imaginea ştiinţei şi a cercetării care decurge din ele. (Ceea ce mă interesează aici nu este imaginea ştiinţei ca fenomen biologic, ca instrument de adaptare, ca mijloc de producţie, ci aspectele ei epistemologice.)

Ştiinţa nu este un sistem de enunţuri certe şi sigure; şi nu este un sistem care avansează continuu spre o stare finală [64]. Ştiinţa noastră nu este cunoaştere (epistēmē); ea nu poate atinge nici adevărul, nici probabilitatea [65]. Cu toate acestea, ştiinţa nu are doar valoare biologică. Valoarea ei nu constă numai în utilitatea ei. Deşi nici adevărul, nici probabilitatea nu îi sînt accesibile, năzuinţa spre cunoaştere, căutarea adevărului reprezintă totuşi cel mai puternic mobil al cercetării.

Nu cunoaştem, ci putem doar presupune (*raten* în originalul german, *guess* în engleză) [66]. Iar „presupunerile" noastre sînt călăuzite de credinţa metafizică, neştiinţifică (dar explicabilă din punct de vedere biologic) că există legi, regularităţi pe care le putem dezvălui, descoperi. Împreună cu Bacon, putem descrie ştiinţa noastră contemporană, „metoda de gîndire pe care oamenii o aplică de obicei naturii" ca fiind metoda „anticipărilor riscante şi premature" şi a „ideilor preconcepute"[1].

Dar aceste conjecturi sau „anticipări", adesea uimitor de inventive şi îndrăzneţe, sînt controlate sobru şi cu grijă prin teste sistematice. Odată formulată, nici o anticipare nu este menţinută dogmatic; metoda ştiinţifică nu constă în a o apăra pentru a dovedi că am avut dreptate. Dimpotrivă, cercetătorul foloseşte toate mijloacele din arsenalul său logic, matematic şi tehnic-experimental pentru a încerca să le infirme şi să formuleze în locul lor noi anticipări, care nu sînt justificate şi nu pot fi justificate, noi „idei preconcepute, riscante şi premature", cum le numeşte ironic Bacon*[3].

Calea ştiinţei poate fi interpretată şi în mod mai prozaic. Se poate spune că progresul poate „să se desfăşoare în două direcţii: prin acumularea unor noi trăiri perceptive şi printr-o mai bună ordonare a celor deja existente"[2].

---

[1] BACON, *Novum Organum*, I, 26.

*[3] La Bacon termenul „anticipare" (*anticipatio – Novum Organum*, I, 26) semnifică aproape acelaşi lucru ca şi „ipoteză" (în înţelesul în care folosesc eu acest cuvînt). Bacon susţinea că spiritul este pregătit pentru intuirea *esenţei* sau *naturii* adevărate a lucrurilor numai dacă este curăţat cu meticulozitate, în prealabil, de toate anticipările, preconcepţiile şi „idola". Căci sursa tuturor erorilor este, după Bacon, impuritatea spiritului; natura însăşi nu minte niciodată. Funcţia principală a inducţiei eliminatorii este, ca şi la Aristotel, de a ajuta la purificarea spiritului. (Vezi şi lucrarea mea *The Open Society*, capitolul 23 şi notele 59 la cap. 10 şi 33 la cap. 11, unde teoria aristotelică a inducţiei este descrisă pe scurt.) Curăţirea minţii de idei preconcepute este gîndită ca un fel de ritual, prescris pentru omul de ştiinţă care doreşte să-şi pregătească spiritul pentru interpretarea (citirea imparţială) a cărţii naturii, tot aşa cum misticul îşi purifică sufletul pentru a-l putea vedea pe Dumnezeu. (Cf. introducerea la lucrarea mea *Conjectures and Refutations*, 1963, 1965.)

[2] PH. FRANK, *Das Kausalgesetz und seine Grenzen*, 1932. *Punctul de vedere că progresul se datorează acumulării trăirilor perceptive este încă larg răspîndit (cf. prefaţa mea din 1958). Contestarea acestui punct de vedere este la mine strîns legată de respingerea tezei că ştiinţa trebuie neapărat să progreseze din moment ce experienţele noastre trebuie să sporească şi să se acumuleze. Dimpotrivă, eu cred că progresul ştiinţei depinde de competiţia liberă a ideilor şi, deci, de libertate şi că acest progres ar înceta dacă libertatea cer-

Această caracterizare a progresului științific, deși nu este de fapt greșită, mi se pare puțin relevantă. Ea amintește prea mult de inducția baconiană, de strîngerea sîrguincioasă a „nenumărați struguri bine copți"[3] din care va fi stors vinul științei, de mitul unei metode științifice al cărei demers este de la observație și experiment la teorii. (Cu această metodă mitică încearcă să lucreze și astăzi unele discipline științifice noi, sub influența opiniei dominante că aceasta ar fi metoda fizicii experimentale.)

Progresul științei nu se datorește faptului că acumulăm în decursul timpului tot mai multe experiențe perceptive și nici faptului că învățăm să utilizăm mai bine simțurile noastre. Pornind de la trăirile noastre senzoriale neinterpretate nu ajungem niciodată la știință, oricît de sîrguincios le-am aduna și ordona. Numai prin idei îndrăznețe, prin anticipări nejustificate, prin speculații cutezătoare, puse mereu la încercare, putem prinde (captura) natura. Acei dintre noi care nu doresc să-și supună ideile riscului infirmării, nu participă la jocul numit știință.

Ideea este aceea care conduce și controlul prin experiență; experimentarea este o acțiune metodică, în care fiecare pas este călăuzit de teorie. Nu ne lovim pur și simplu de experiențe, nici nu le lăsăm să treacă peste noi ca un curent, ci noi sîntem cei care *producem* experiențele noastre. Noi sîntem cei care formulăm întrebări adresate naturii; *noi* încercăm întotdeauna să formulăm aceste întrebări în așa fel încît să obținem un „da" sau „nu" neechivoc (căci natura nu răspunde dacă nu este constrînsă în acest fel) și, în cele din urmă, tot *noi* sîntem cei care dăm răspunsul; căci noi sîntem aceia care decidem asupra răspunsului la întrebarea pusă naturii, după încercări prelungite și serioase de a obține de la ea un „nu" lipsit de echivoc. „O dată pentru totdeauna — scrie Weyl — doresc să exprim cel mai adînc respect față de munca experimentatorului, față de lupta sa pentru a smulge *fapte interpretabile* naturii inflexibile, care știe să întîmpine teoriile noastre cu un „nu" atît de puternic și cu un „da" atît de nedeslușit"[4].

Vechiul ideal științific, știința absolut asigurată (epistēmē) s-a dovedit a fi un idol. Cerința obiectivității științifice face inevitabil ca orice enunț științific să rămînă, pentru totdeauna, provizoriu. El poate să fie coroborat, dar orice coroborare este o raportare la alte enunțuri, care sînt și ele provizorii. Numai în convingerile și credințele noastre subiective putem fi „absolut siguri"[5].

Odată cu idolul certitudinii (inclusiv al gradelor de certitudine sau al probabilității) cade unul din cele mai mari obstacole care barează calea cercetării. Căci cultul acestui idol afectează nu numai îndrăzneala întrebărilor noastre, dar și rigoarea și onestitatea testelor noastre. Ambiția de a avea drep-

---

cetării ar fi distrusă (deși el ar putea continua, fără îndoială, încă un timp în unele domenii, îndeosebi în tehnică). Acest punct de vedere este dezvoltat în lucrarea mea *The Poverty of Historicism* (paragraful 32). În prefața acestei lucrări, susțin că este imposibil să prevedem cu mijloace științifice creșterea cunoașterii, și că, prin urmare, și cursul viitor al istoriei mondiale este imprevizibil.

[3] BACON, *Novum Organum*, I, 123.

[4] WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik*, 1931, p. 2.

[5] Cf., de exemplu, nota 3 la paragraful 30. Această remarcă este desigur o remarcă psihologică, și nu epistemologică; cf. paragrafele 7 și 8.

tate trădează o neînţelegere: căci nu *deţinerea* cunoaşterii, a adevărului irevocabil îl caracterizează pe omul de ştiinţă, ci *căutarea* necontenită şi ireverenţios critică a adevărului [67].

Exprimă oare concepţia mea resemnare? Va trebui oare să spunem că ştiinţa poate să-şi îndeplinească doar sarcina ei biologică, că poate să se afirme doar prin aplicaţiile ei practice, în timp ce problemele ei intelectuale rămîn nesoluţionate? Nu cred aceasta. Ştiinţa nu îşi propune niciodată ţelul iluzoriu de a da răspunsuri definitive sau chiar numai probabile. Calea ei este determinată de ţelul nemărginit, dar nicidecum de neatins, de a descoperi neîncetat probleme noi, mai generale şi mai profunde, şi de a supune răspunsurile, întotdeauna provizorii, la aceste întrebări unor teste mereu reînnoite şi tot mai severe.

Aici se sfîrşeşte textul din 1934 al *Logicii cercetării*. Vechile anexe I — VIII făceau parte de asemenea din ediţia originală.

Adaos (la ed. germană din 1968 şi la ed. engleză din 1972).

În acest ultim capitol al cărţii mele, m-am străduit să subliniez că prin *gradul de coroborare* al unei teorii nu înţeleg *nimic altceva* decît o *relatare scurtă, concentrată asupra felului cum a trecut o teorie testele şi asupra severităţii acestor teste.*

De la acest punct de vedere nu m-am abătut niciodată. (Vezi de exemplu începutul noilor anexe * VII şi * IX şi în special ultimul paragraf (*14) al anexei *IX.)

Aici aş mai dori să adaug următoarele puncte:

(1) Problema *logico-metodologică a inducţiei* nu este insolubilă, ci a primit în cartea mea o soluţie negativă: (a) *Nu putem justifica raţional teoriile* nici ca adevărate nici ca probabile. Această soluţie negativă este compatibilă cu următoarea soluţie pozitivă, conţinută în regula de a prefera teorii care sînt mai bine coroborate decît celelalte: (b) *Putem justifica preferinţa* pentru anumite teorii în lumina coroborării lor, adică a stadiului actual al discuţiei critice a teoriilor competitive, care sînt discutate critic şi comparate din punctul de vedere al evaluării apropierii lor de adevăr (verosimilitudine)[68]. Starea acestei discuţii la un moment dat poate fi, în principiu, prezentată în forma gradelor lor de coroborare. Gradul de coroborare nu este totuşi o măsură a verosimilitudinii (o asemenea măsură ar trebui să fie atemporală), ci numai o relatare asupra a ceea ce sîntem în stare să stabilim la un moment dat despre pretenţiile comparative ale teoriilor competitive, prin evaluarea argumentelor care au fost propuse pentru şi împotriva verosimilitudinii lor[79].

(2) *Problema metafizică sau ontologică* a inducţiei, ridicată de ideea de verosimilitudine, poate fi formulată astfel: există teorii adevărate? sau: există legi în natură[70]? Răspunsul meu este: „Da". Unul din argumentele neştiinţifice („transcendentale", vezi adaosul la capitolul V şi nota 3 la anexa *VII) în favoarea acestui răspuns este: dacă nu există legi (regularităţi) în natură, atunci nu pot exista nici observaţii, nici limbaj, fie el descriptiv sau argumentativ.

(3) Această soluţie pozitivă a problemei ontologice a inducţiei implică un *realism ontologic*.

(4) *Problema pragmatică a inducţiei* se rezolvă de la sine: preferinţa practică pentru o teorie, care apare, în lumina discuţiei raţionale, ca fiind mai apropiată de adevăr, este riscantă, dar raţională.

(5) *Problema psihologică a inducţiei* (de ce credem că teoria aleasă în acest fel va fi coroborată şi în viitor?) este, după părerea mea, banală: „credinţa" noastră este un fenomen adaptativ, care se supune unei trieri selective. Credinţa sau încrederea sînt întotdeauna iraţionale, dar pot să fie importante pentru acţiune.

(6) Cu aceasta nu au fost rezolvate toate „problemele posibile ale inducţiei". (Vezi cartea mea, în curs de apariţie, *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*.)

ANEXE

Anexa I. *Definiție a dimensiunii unei teorii.* (Cf. paragrafele 38 și 39.)

Definiția care urmează ar trebui considerată ca fiind doar provizorie*[1]. Ea constituie o încercare de a defini dimensiunea unei teorii astfel încît aceasta să corespundă în cazul metrizării cîmpului de aplicare (de exemplu pentru cîmpul de aplicare al unei reprezentări grafice), cu dimensiunea respectivei clase de curbe. Faptul că pentru acest „cîmp" nu numai că nu se presupune pentru început o metrică sau chiar vreo topologie — și în particular nici o relație de vecinătate — constituie o dificultate pe care definiția propusă mai degrabă o ocolește, decît o învinge. Posibilitățile ocolirii acestei dificultăți sînt legate de faptul că o teorie interzice întotdeauna *evenimente-tip*. (Cf. paragrafele 23 și 31.) În schema care generează cîmpul de aplicare, vor apărea de aceea în general coordonate spațio-temporale, astfel încît cîmpul enunțurilor relativ atomare va prezenta (în general) o ordine topologică și chiar o ordine metrică.

Iată și definiția propusă: O teorie t este numită „d-dimensională referitor la cîmpul de aplicare F", dacă și numai dacă între t și cîmpul de aplicare F există următoarea relație: există un număr d astfel încît (a) teoria nu se află în contradicție cu nici un d-uplu al cîmpului și (b) orice d-uplu dat, în conjuncție cu teoria, împarte în mod univoc toate celelalte enunțuri relativ atomare ale cîmpului în două subclase infinite A și B, acestea avînd următoarele proprietăți: (α) Fiecare enunț al clasei A formează, prin conjuncție cu d-uplul dat, un „$d+1$-uplu falsificator", adică un *falsificator potențial al teoriei*. [Aceasta înseamnă, că $d+1$-uplul falsificator contrazice teoria.] (β) Clasa B, pe de altă parte, este suma a una sau mai multe, însă întotdeauna a unui număr finit de subclase infinite [B_i], astfel încît conjuncția unui număr oarecare de enunțuri care aparțin oricăreia din aceste subclase [B_i] să fie compatibilă concomitent și cu conjuncția d-uplului dat *și* cu teoria.

Scopul acestei definiții îl constituie excluderea posibilității ca pentru o teorie să poată exista două cîmpuri de aplicare astfel încît enunțurile relativ

---

*[1] Iată o definiție simplificată și ceva mai generală. Fie A și B două mulțimi de enunțuri. (intuitiv: A este o mulțime de legi universale, iar X o mulțime – de obicei infinită – de enunțuri-test.) Vom spune atunci că X este un cîmp (omogen) de aplicare relativ la A (exprimat în simboluri: $X=F_A$), dacă și numai dacă pentru fiecare enunț a din A există un număr natural $d(a)=n$ care satisface următoarele două condiții: (I) Orice conjuncție c_n de n enunțuri diferite ale mulțimii X este compatibilă cu a; (II) Pentru orice conjuncție c_n de acest tip există în X două enunțuri x și y, astfel încît $x \cdot c_n$ este incompatibil cu a și $y \cdot c_n$ poate fi derivat din $a \cdot c_n$, însă nu numai din a sau numai din c_n.

Numim $d(a)$ dimensiunea lui a sau gradul de complexitate al lui a relativ la $X=F_A$; iar $1/d(a)$ sau $1/(d(a)+1)$ poate fi introdus ca măsură a simplității sau testabilității lui a. Noile anexe *VII și *VIII tratează mai pe larg această problemă.

atomare ale unui cîmp să rezulte din conjuncția enunțurilor relativ atomare ale celuilalt cîmp. (Trebuie evitată această posibilitate, dacă cîmpul de aplicare trebuie să fie identificabil cu cel al reprezentării sale grafice; cf. paragraful 39.) Menționez că prin această definiție, „problema enunțurilor atomare" (cf. nota 2 din paragraful 38) este soluționată într-un mod oarecum „deductivist", din moment ce teoria însăși este cea care determină ce enunțuri singulare sînt „relativ atomare" în raport cu ea. Căci teoria însăși este cea prin care se definește cîmpul de aplicare și prin aceasta și enunțurile care, datorită formei lor logice, au același statut în raport cu teoria. Așadar, problema enunțurilor atomare nu se rezolvă prin descoperirea unei forme elementare a enunțurilor, din care celelalte enunțuri mai complexe să poată fi construite (inductiv) sau compuse ca „funcții de adevăr". Dimpotrivă, enunțurile relativ atomare (și prin urmare și enunțurile singulare) apar ca un fel de „precipitat" al enunțurilor universale, al teoriilor.

Anexa II. *Calculul general al frecvențelor în clase finite.* (Cf. paragrafele 52 și 53.)*[1]

Teorema generală a multiplicării: Fie α clasa de referință finită și fie β și γ cele două clase de proprietăți. Problema constă în a determina frecvența acelor elemente care au atît proprietatea β, cît și proprietatea γ.

Soluția este dată de formula:

$$_{\alpha}F''(\beta\cdot\gamma) = {}_{\alpha}F''(\beta)\cdot {}_{\alpha\cdot\beta}F''(\gamma) \tag{1}$$

sau, deoarece β și γ sînt comutabile, de

$$_{\alpha}F''(\beta\cdot\gamma) = {}_{\alpha\cdot\gamma}F''(\beta)\cdot {}_{\alpha}F''(\gamma). \tag{1'}$$

Demonstrația rezultă nemijlocit din definiția dată în paragraful 52: Prin substituție, conform acestei definiții, formula (1) se transformă în

$$\frac{N(\alpha\cdot\beta\cdot\gamma)}{N(\alpha)} = \frac{N(\alpha\cdot\beta)}{N(\alpha)}\cdot\frac{N(\alpha\cdot\beta\cdot\gamma)}{N(\alpha\cdot\beta)}, \tag{1,1}$$

ceea ce prin anularea cu $N(\alpha\cdot\beta)$ se dovedește a fi o identitate. (Pentru această demonstrație, cît și pentru demonstrația lui (2_s), vezi Reichenbach, *Axiomatik der Wahrscheinlichkeitsrechnung*, „*Mathematische Zeitschrift*", *34*, p. 593.)

Dacă presupunem „independență" (cf. paragraful 53), adică

$$_{\alpha\cdot\beta}F''(\gamma) = {}_{\alpha}F''(\gamma) \tag{1^s}$$

obținem din formula (1) *teorema specială a multiplicării*

$$_{\alpha}F''(\beta\cdot\gamma) = {}_{\alpha}F''(\beta)\cdot {}_{\alpha}F''(\gamma) \tag{1_s}$$

Cu ajutorul echivalenței formulelor (1) și (1') putem acum demonstra simetria relației de independență. (Cf. de asemenea și nota 4 de la paragraful 53.)

Teoremele adunării se referă la frecvența elementelor care au fie proprietatea β, fie proprietatea γ. Dacă notăm combinația disjunctivă a acestor clase cu $(\beta+\gamma)$, unde semnul „+" *pus între simbolurile claselor* nu are semnificația unei adunări aritmetice, ci a lui „sau" neexclusiv, atunci *teorema generală a adunării* va fi:

$$_{\alpha}F''(\beta+\gamma) = {}_{\alpha}F''(\beta) + {}_{\alpha}F''(\gamma) - {}_{\alpha}F''(\beta\cdot\gamma) \tag{2}$$

---

*[1] Am dezvoltat această anexă într-o tratare axiomatică a probabilității. Vezi anexele *III – *V.

Demonstrația acestei teoreme rezultă din definiția dată în paragraful 52 utilizîndu-se formula universal validă a calculului claselor

$$\alpha \cdot (\beta + \gamma) = (\alpha \cdot \beta) + (\alpha \cdot \gamma), \tag{2,2}$$

și formula (de asemenea universal validă)

$$N(\beta + \gamma) = N(\beta) + N(\gamma) - N(\beta \cdot \gamma) \tag{2,1}$$

Dacă presupunem că β și γ sînt disjuncte înăuntrul lui α, condiție ce poate fi exprimată prin formula

$$N(\alpha \cdot \beta \cdot \gamma) = 0 \tag{2^s}$$

obținem, pornind de la (2), *teorema specială a adunării*

$$_{\alpha}F''(\beta + \gamma) = {_{\alpha}F''(\beta)} + {_{\alpha}F''(\gamma)} \tag{2_s}$$

Teorema specială a adunării este valabilă pentru toate proprietățile care sînt *proprietăți primare* înăuntrul unei clase α, căci proprietățile primare se exclud reciproc. Suma frecvențelor relative ale acestor proprietăți primare este desigur totdeauna egală cu 1.

Teoremele împărțirii se referă la problema frecvenței unei proprietăți γ în cadrul unei clase selecționate din α în funcție de proprietatea β. Inversînd (1) obținem formula generală

$$_{\alpha \cdot \beta}F''(\gamma) = \frac{_{\alpha}F''(\beta \cdot \gamma)}{_{\alpha}F''(\beta)} \tag{3}$$

Dacă transformăm *teorema generală a împărțirii* (3) cu ajutorul teoremei speciale a multiplicării, obținem

$$_{\alpha \cdot \beta}F''(\gamma) = {_{\alpha}F''(\gamma)} \tag{3^s}$$

În această formulă recunoaștem condiția (1^s), adică: ***independența este un caz particular al selecției***.

Așa-numitele ***reguli ale lui Bayes*** reprezintă de asemenea cazuri particulare ale teoremei împărțirii. Presupunînd că ($\alpha \cdot \gamma$) este o subclasă a lui β, sau, în simboluri,

$$\alpha \cdot \gamma \subset \beta, \tag{3^{bs}}$$

decurge din (3) *prima* formă (particulară) a teoremei lui Bayes

$$_{\alpha \cdot \beta}F''(\gamma) = \frac{_{\alpha}F''(\gamma)}{_{\alpha}F''(\beta)}. \tag{3_{bs}}$$

Putem evita presupoziția (3^{bs}), introducînd în locul lui „β" suma (reuniune a) claselor $\beta_1, \beta_2, \ldots \beta_i$. Prin analogie cu utilizarea dată de mine semnului „+" *între simbolurile claselor*, voi utiliza semnul „Σ" *în fața simbolurilor claselor*: în acest caz putem scrie a *doua* formă (universal validă) a teoremei lui Bayes:

$$_{\alpha \cdot \Sigma\beta_i}F''(\beta_i) = \frac{_{\alpha}F''(\beta_i)}{_{\alpha}F''(\Sigma\beta_i)}. \tag{3_b}$$

Numitorului acestei formule îi putem aplica teorema specială a adunării (2_s), presupunînd că β_i sînt în disjuncţie între ele în α. Această condiţie poate fi scrisă astfel:

$$N(\alpha \cdot \beta_i \cdot \beta_j) = 0 \qquad (i \neq j) \tag{3/2^s}$$

Obţinem astfel a *treia* formă (particulară) a teoremei lui Bayes care este aplicabilă totdeauna la proprietăţile primare β_i:

$$_{\alpha \cdot \Sigma\beta_i}F''(\beta_i) = \frac{_{\alpha}F''(\beta_i)}{\Sigma_{\alpha}F''(\beta_i)} \,. \tag{3/2$_s$}$$

A *patra* formă (particulară) a teoremei lui Bayes*[2] — şi totodată cea mai importantă — se obţine din ($3/2_s$) prin substituţie, ţinînd seama de condiţia ($3/2^s$) şi de condiţia

$$\alpha \cdot \gamma \subset \Sigma \beta_i \tag{4^{bs}}$$

(Condiţia (4^{bs}) este totdeauna satisfăcută, cînd una din condiţiile mai puternice

$$\alpha \subset \Sigma \beta_i \;\; sau \;\; \gamma \subset \Sigma \beta_i$$

este satisfăcută.)

Substituim mai intîi în ($3/2_s$) „β_i" prin „$\beta_i\gamma$" şi aplicăm apoi în partea stîngă a rezultatului formula:

$$\alpha \cdot \Sigma\gamma \cdot \beta_i = \alpha \cdot \gamma$$

obţinută din (4^{bs}). În partea dreaptă aplicăm în numărător şi numitor (1'). Obţinem astfel:

$$_{\alpha \cdot \gamma}F''(\beta_i) = \frac{_{\alpha \cdot \beta_i}F''(\gamma) \cdot {_{\alpha}F''(\beta_i)}}{\Sigma\left(_{\alpha \cdot \beta_i}F''(\gamma) \cdot {_{\alpha}F''(\beta_i)}\right)} \,. \tag{4$_s$}$$

Prin urmare, dacă β_i formează un sistem exclusiv de proprietăţi şi dacă γ este o proprietate oarecare care reprezintă (în interiorul clasei de referinţă α) o subclasă din $\Sigma\beta_i$, atunci *frecvenţa fiecăreia din proprietăţile* β_i din interiorul unei subclase selecţionate din α în funcţie de proprietatea β, este dată de (4_s).

---

*[2] Această a patra formă a teoremei lui Bayes este un adaos apărut în a doua ediţie în limba germană.

Anexa III. *Derivarea primei formule binomiale.*
(pentru şiruri finite de segmente care se acoperă)
(Cf. paragraful 56.)

Prima formulă a binomului lui Newton*1

$$_{\alpha(n)}F''(m)=\binom{n}{m}p^m q^{n-m}, \tag{1}$$

unde $p={}_\alpha F''(1)$, $q={}_\alpha F''(0)$, $m\leqslant n$, este demonstrată, dacă, presupunînd că α este (cel puţin) n-1-liber (şi neglijînd erorile ce apar la termenii finali; cf. paragraful 55), putem arăta că

$$_{\alpha(n)}F''(\sigma_m)=p^m q^{n-m} \tag{2}$$

unde „σ_m" este un n-uplu particular (deşi stabilit în mod arbitrar) care conţine m unuri. (Simbolul arată că nu este dat numai numărul de unuri, dar şi *granjamentul, ordinea* acestui şir.) Căci să presupunem că (2) este valid pentru toţi n, m şi σ (adică pentru diferitele aranjamente). În acest caz, conform unei teoreme combinatorii binecunoscute, vom avea $\binom{n}{m}$ modalităţi diferite de a distribui m unuri în n locuri şi, ţinînd seama de teorema specială a adunării, vom putea afirma şi (1).

Să presupunem acum că (2) este demonstrat pentru un n oarecare, adică pentru *un* n particular şi pentru *toţi* m şi σ compatibili cu acest n. Vrem să arătăm că, dată fiind această presupunere, teorema trebuie să fie validă în egală măsură şi pentru $n+1$, adică vrem să demonstrăm că

$$_{\alpha(n+1)}F''(\sigma_{m+0})=p^m q^{n+1-m} \tag{3,0}$$

$$_{\alpha(n+1)}F''(\sigma_{m+1})=p^{m+1} q^{(n+1)-(m+1)}, \tag{3,1}$$

unde σ_{m+0} respectiv σ_{m+1} semnifică acele şiruri de lungime $n+1$ care rezultă prin adăugarea unui zero, respectiv a unui unu, la sfîrşitul lui σ_m.

Să presupunem pentru *fiecare* lungime n a n-uplului (sau segmentului) considerat că α este (cel puţin) n-1-liber faţă de influenţa predecesorilor; astfel, pentru un segment de lungime $n+1$, trebuie considerat că α este cel puţin n-liber. Dacă notăm cu „σ'_m" proprietatea de a fi succesor al n-uplului σ_m, şi dacă separăm aceşti succesori, putem afirma că această separare este independentă şi că teorema specială a multiplicării este validă, adică putem afirma că

$$_\alpha F''(\sigma'_m\cdot 0)={}_\alpha F''(\sigma'_m)\cdot{}_\alpha F''(0)={}_\alpha F''(\sigma'_m)\cdot q \tag{4,0}$$

$$_\alpha F''(\sigma'_m\cdot 1)={}_\alpha F''(\sigma'_m)\cdot{}_\alpha F''(1)={}_\alpha F''(\sigma'_m)\cdot p \tag{4,1}$$

---

*1 Trebuie ţinut seama de faptul că $\binom{n}{m}$ este o altă modalitate de a scrie coeficientul binomial ${}^nC_m$, adică numărul de posibilităţi, de a aranja m lucruri în n locuri, cu condiţia ca $m\leqslant n$.

Considerăm acum că trebuie să existe evident tot atîţia $'_{\sigma_m}$, adică „succesori ai şirului σ_m" în α, cîte şiruri σ_m apar în $\alpha_{(n)}$, adică

$$_{\alpha}F''('_{\sigma_m}) = {}_{\alpha_{(n)}}F''(\sigma_m) \tag{5}$$

Aceasta ne permite să transformăm partea dreaptă a formulelor (4). Din acelaşi motiv avem:

$$_{\alpha}F''('_{\sigma_m}\cdot 0) = {}_{\alpha_{(n+1)}}F''(\sigma_{m+0}) \tag{6,0}$$

$$_{\alpha}F''('_{\sigma_m}\cdot 1) = {}_{\alpha_{(n+1)}}F''(\sigma_{m+1}) \tag{6,1}$$

astfel că putem transforma şi partea stîngă a formulei (4). Substituind (5) şi (6) în (4) obţinem

$$_{\alpha_{(n+1)}}F''(\sigma_{m+0}) = {}_{\alpha_{(n)}}F''(\sigma_m)\cdot q \tag{7,0}$$

$$_{\alpha_{(n+1)}}F''(\sigma_{m+1}) = {}_{\alpha_{(n)}}F''(\sigma_m)\cdot p \tag{7,1}$$

Vedem că, presupunînd că (2) este valid pentru un oarecare n (şi pentru toate aranjamentele σ_m care aparţin de acesta), putem deriva (3) prin inducţie matematică. Că (2) este într-adevăr valid pentru $n=2$ şi pentru toţi σ_m (unde $m \leqslant 2$) este uşor de văzut, căci luăm mai întîi $m=1$ şi apoi $m=0$. Putem afirma astfel (3) şi deci şi (2) şi (1).

Anexa IV. *O metodă de construire a modelelor de șiruri aleatoare* (cf. paragrafele 58, 64 și 66)

Presupunem (ca în paragraful 55) că pentru orice număr finit dat n poate fi construită o perioadă generatoare n-liberă (de influența predecesorilor) care prezintă *distribuție egală.* În orice perioadă de acest tip, orice x-uplu combinatoric posibil (pentru $x \leqslant n+1$) de unuri și zerouri apare cel puțin o dată*[1].

(a) Construim un şir model „absolut liber" (de influența predecesorilor) după cum urmează: Scriem o perioadă n-liberă pentru un număr n ales arbitrar. Această perioadă va avea un număr finit de termeni — să spunem n_1. Scriem acum o nouă perioadă care este cel puţin n_1-1-liberă. Fie n_2 lungimea noii perioade. În această nouă perioadă trebuie să apară cel puțin un șir identic cu perioada de lungime n_1 dată anterior. Rearanjăm astfel noua perioadă, încît ea să înceapă cu acest şir (ceea ce, conform paragrafului 55, este totdeauna posibil). Scriem acum o a treia perioadă, care să fie cel puţin n_2-1-liberă, și căutăm în această a treia perioadă acel șir care este identic cu a doua perioadă (după rearanjare), iar apoi rearanjăm a treia perioadă astfel încît ea să înceapă cu acest şir ş.a.m.d. Prin indicarea unui şir inițial particular și a anumitor condiții — de exemplu, că perioadele ce urmează a fi scrise nu vor fi niciodată mai lungi decît este necesar (astfel încît ele să nu fie doar *cel puțin* n_i-1-libere, ci *exact* n_i-1-libere) — această metodă de construire poate fi îmbunătățită încît să definească *univoc* un şir determinat, astfel încît să se poată calcula în principiu pentru fiecare termen al acestui șir dacă acest termen este zero sau

---

*[1] Există diverse metode ce pot fi folosite pentru construirea unei perioade generatoare pentru un șir n-liber de influența predecesorilor care prezintă distribuție egală. Iată o metodă simplă. Punînd $x=n+1$, alcătuim mai întîi *tabelul* tuturor 2^x posibili x-upli de unuri şi zerouri (ordonate pe baza unei reguli oarecare, de exemplu în funcție de mărime). Apoi începem perioada noastră, scriind ultimul din acești x-upli format din x unuri și bifîndu-l în tabelul nostru. Procedăm în continuare conform următoarei reguli: adăugăm întotdeauna un 0 la începutul segmentului, *dacă* aceasta este permis; dacă nu este permis, adăugăm în locul zeroului un 1; și întotdeauna bifăm pe tabel ultimul x-uplu produs al începutului de segment. (În cazul nostru „dacă aceasta este permis" înseamnă: „dacă ultimul x-uplu al începutului perioadei astfel produs nu a apărut încă și nu a fost prin urmare bifat deja în tabel".) Procedăm astfel pînă cînd toți x-upli din listă sînt bifați. Rezultatul este un şir de lungime 2^x+x-1 format din: (a) o perioadă generatoare de lungime $2^x=2^{n+1}$ pentru o alternativă n-liberă; (b) primele n elemente ale perioadei următoare. Se poate spune că un şir astfel construit este „cel mai scurt" şir n-liber, căci este evident că un șir periodic n-liber nu poate avea o perioadă generatoare cu o lungime mai mică de 2^{n+1}.

Demonstrațiile pentru validitatea regulii de construire dată aici au fost găsite de Dr. L. R. B. Elton și de mine. Intenționăm să publicăm în colaborare un articol referitor la această chestiune.

unu*2. Avem aşadar un şir (determinat), construit conform unei reguli matematice, avînd limitele de frecvenţă

$${}_{\alpha}F'(1) = {}_{\alpha}F'(0) = \frac{1}{2}.$$

Cu ajutorul procedeului folosit în demonstrarea celei de-a treia formule a binomului lui Newton (paragraful 60) sau a teoremei lui Bernoulli (paragra-

*2 Pentru a da un exemplu concret al acestei construcţii — construirea unui *şir aleator de lungime minimă*, cum propun astăzi să-l numesc — putem începe cu perioada

0 1

avînd lungimea $n_0=2$. (S-ar putea spune că această perioadă generează o alternativă 0-liberă.) În continuare trebuie să construim o perioadă care este n_0-1-liberă, adică 1-liberă. Cu ajutorul metodei indicate mai sus în nota *1, obţinem „1100" ca perioadă generatoare a unei alternative 1-libere. Această perioadă trebuie astfel rearanjată încît să înceapă cu şirul „01" pe care l-am notat în această notă cu (0). Rezultatul rearanjării este perioada (1):

0 1 1 0 (1)

unde $n_1=4$. Construim apoi, conform metodei din nota *1, perioada n_1-1-liberă (adică 3-liberă), avînd forma

1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0.

Rearanjăm acest şir astfel încît să înceapă cu şirul iniţial (1) şi obţinem

0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0. (2)

Deoarece $n_2=16$, trebuie să construim mai departe conform metodei din nota *1 o perioadă 15-liberă (3) de lungime $2^{16}=65536$. După construirea acestei perioade trebuie constatat unde apare în această perioadă lungă şirul (2). Apoi rearanjăm astfel pe (3), încît perioada să înceapă cu (2) şi construim (4) care are o lungime de 2^{65536}.

Putem spune că un şir astfel construit este un „şir cvasialeator de *lungime minimă*", deoarece (I) fiecare etapă a construirii sale constă în construirea, pentru un n determinat, a celei mai scurte perioade n-libere (cf. nota *1 de mai sus) şi (II) deoarece şirul este astfel construit, încît *începe* în fiecare etapă a construcţiei sale, cu o perioadă n-liberă de lungime minimă. În consecinţă, această metodă garantează că fiecare bucată iniţială de lungime

$$m = 2^{2^{\cdot^{\cdot^{\cdot^{2^2}}}}}$$

este o perioadă de lungime minimă pentru cel mai mare n posibil (adică pentru $n=(\log_2 m)-1$)

Această proprietate de a fi „scurt", de a avea o „lungime minimă" prezintă o importanţă deosebită; căci există totdeauna şiruri n-libere sau absolut libere de influenţa predecesorilor care prezintă distribuţie egală şi care încep cu un segment finit avînd o lungime m *oarecare*, segment care nu are un caracter aleator, ci constă, de exemplu, fie numai din zerouri, fie numai din unuri, sau care prezintă orice alt aranjament ce poate fi recunoscut intuitiv ca „regulat". De aici rezultă că în aplicaţiile teoriei probabilităţilor, condiţia de n-libertate sau chiar cea de libertate absolută faţă de influenţa predecesorilor este insuficientă. Ea trebuie înlocuită prin altă condiţie care s-ar putea formula astfel: n-libertatea *trebuie să se manifeste de la început*. Această cerinţă face posibilă realizarea în modul cel mai radical cu putinţă a unui şir aleator de „lungime minimă". Un astfel de şir poate fi de aceea considerat ca un *etalon al caracterului aleator*. Spre deosebire de exemplele date în această anexă la punctele (b) şi (c), pentru aceste şiruri de „lungime minimă" *convergenţa poate fi imediat demonstrată*. Cf. şi anexa *VI.

lul 61) poate fi demonstrat (cu orice grad de aproximație) că *pentru orice valoare de frecvență aleasă* trebuie să existe șiruri „absolut libere", cu condiția (de acum demonstrată) că există într-adevăr cel puțin un șir „absolut liber".

(b) O metodă identică de construire poate fi utilizată și pentru demonstrarea faptului că există șiruri care au o frecvență medie „absolut liberă" (cf. paragraful 64), chiar dacă ele *nu au o valoare limită a frecvenței*. Trebuie doar modificată procedura (a) așa încît după un număr dat de creșteri ale lungimii șirului, noi să-i adăugăm de fiecare dată de exemplu o „iterație" (un „bloc") de unuri. Dăm acestui bloc sau acestei iterații o astfel de lungime încît să obținem o anumită frecvență dată p, diferită de $\frac{1}{2}$. După obținerea acestei frecvențe, întregul șir scris acum (a cărui lungime fie acum m_i) este considerat ca șir inițial al unei perioade m_i-1-libere cu distribuție egală ș.a.m.d.

(c) În fine, se poate construi într-un mod analog modelul unui șir care are *mai mult decît o* frecvență medie „absolut liberă". Conform lui (a) există șiruri fără distribuție egală și care sînt „absolut libere". Așadar nu avem decît să combinăm două asemenea șiruri (A) și (B) [avînd frecvențele p respectiv q] în felul următor: Scriem mai întîi un anumit șir inițial din (A) [avînd frecvența p], căutăm apoi în (B) pînă ce găsim aici acest șir inițial, și rearanjăm perioada din (B) care precede acest punct în așa fel încît să înceapă cu șirul scris la început, folosim apoi întreaga perioadă rearanjată a lui (B) ca șir inițial, luînd-o însă de o lungime suficientă pentru ca frecvența ei să fie egală cu q. În continuare căutăm în (A) pînă ce găsim în el acest din urmă șir, rearanjăm pe (A) ș.a.m.d. Obținem astfel un șir în care apar în repetate rînduri termeni pînă la care șirul este n_i-liber pentru frecvența relativă p a șirului (A), dar în care apar de asemenea în repetate rînduri și termeni, pînă la care întregul șir este n_i-liber pentru frecvența q a lui (B). Deoarece în acest caz numerele n_i cresc nelimitat, obținem un mod de construcție pentru un șir care are două frecvențe medii distincte, ambele fiind „absolut libere". (Căci putem determina pe (A) și (B) astfel încît limitele lor de frecvență să fie distincte.)

Observație. Aplicabilitatea teoremei speciale a multiplicării la problema clasică a *aruncării cu două zaruri* X și Y (și alte probleme înrudite) este asigurată, dacă presupunem, de exemplu, în mod ipotetic, că „șirul combinat" α (cum l-am putea numi) — adică șirul ai cărui termeni impari reprezintă aruncările cu zarul X, iar termenii pari reprezintă aruncările cu zarul Y — este *aleator*.

Anexa V. *Examinarea unei obiecții. Experimentul celor două fante.* (Cf. paragraful 76.)*[1]

Experimentul mintal [„experimentul celor două fante"] de mai jos (a) își propune să combată afirmația mea că posibilitatea de a efectua — cu orice precizie dorită — două măsurători simultane nepredictive ale poziției și impulsului unei particule este compatibilă cu teoria cuantică.

(a) Fie A un atom care emite raze luminoase și F_{a_1} și F_{a_2} două fante prin care cade lumina pe un ecran E. După Heisenberg, putem măsura cu precizie fie poziția lui A, fie impulsul. Dacă măsurăm cu precizie poziția (operație care „pătează" impulsul), putem presupune că lumina este emisă de A în *unde sferice*. Dacă măsurăm însă cu precizie impulsul, de exemplu reculurile datorate emisiei de fotoni („pătîndu-se" astfel poziția), putem calcula direcția exactă și impulsul fotonilor emiși. În acest caz radiația trebuie considerată ca *radiație delta* („*Nadelstrahlung*"). Celor două operații de măsurare le corespund, prin urmare, tipuri diferite de radiație, astfel încît obținem și două rezultate experimentale diferite. Dacă măsurăm cu precizie poziția, obținem pe ecran franje de interferență: o sursă de lumină punctiformă — căci o sursă a cărei poziție poate fi măsurată cu precizie *este* punctiformă — emite o lumină coerentă. Dacă, pe de altă parte, măsurăm cu precizie impulsul, nu apar franje de interferență. (Pe ecran apar doar impulsuri luminoase sau scintilații după ce fotonii au trecut prin fante, în concordanță cu faptul că poziția este „pătată" și că o sursă de lumină care nu este punctiformă nu emite lumină coerentă.) Dacă presupunem că am putea măsura cu precizie atît poziția cît și impulsul, atunci atomul ar trebui pe de-o parte să emită, conform teoriei ondulatorii, unde sferice coerente care interferează, iar pe de altă parte atomul ar trebui să emită o radiație delta incoerentă. (Dacă am putea calcula traiectoria fiecărui foton, n-ar trebui să obținem niciodată vreo interferență, deoarece fotonii nu se pot distruge reciproc, și nici nu pot intra în interacțiune.) Susținerea ipotezei că este posibil să măsurăm simultan cu precizie și poziția și impulsul duce prin urmare la două previziuni contradictorii: pe de o parte la previziunea apariției unor franje de interferență, pe de altă parte la previziunea că nu vor apărea astfel de franje de interferență.

(b) Reinterpretez acum acest experiment mintal din punct de vedere statistic. Voi examina mai întîi cazul în care efectuăm o măsurătoare precisă a

---

*[1] Vezi și anexa *XI și *Postscriptum*-ul meu, cap. *V, paragraful *110. În prezent consider că experimentul celor două fante trebuie tratat într-un mod diferit, dar că interpretarea propusă în această anexă prezintă în continuare un anumit interes. După părerea mea observațiile făcute la punctul (e) conțin o apreciere critică validă a încercării de a explica dualismul particulei și undei cu ajutorul conceptului de „complementaritate" — încercare pe care mai recent, după cît se pare, unii fizicieni, printre care Alfred Landé, au abandonat-o.

poziției. Înlocuiesc *unicul* atom iradiant cu o *mulțime* de atomi care de asemenea emit lumină coerentă care se propagă în unde sferice. Acest rezultat se obține prin utilizarea unui al doilea ecran prevăzut cu o diafragmă A foarte îngustă situată exact în locul unde s-a aflat înainte unicul atom iradiant. Mulțimea de atomi din fața ecranului emite lumină care, în urma selecției după poziție datorită trecerii prin fanta A, se propagă sub forma unor unde sferice coerente. Înlocuim astfel unicul atom, a cărui poziție este determinată cu precizie, printr-un caz statistic de selecție pură de poziție.

(c) Într-un mod asemănător „atomul cu un impuls măsurat cu precizie, dar cu poziția estompată“ va fi înlocuit printr-un *caz pur de selecție* în funcție de impuls sau, altfel spus, printr-un fascicul monocromatic de fotoni care se deplasează în linii paralele ce pornesc dintr-o sursă nepunctiformă oarecare de lumină.

În ambele cazuri vom obține rezultatul experimental corect: franje de interferență în cazul (b), lipsa unor franje de interferență în cazul (c).

(d) Cum trebuie reinterpretat cel de-al treilea caz despre care se presupune că ne conduce la două previziuni contradictorii? Pentru a afla aceasta, ne imaginăm că am observat cu precizie traiectoria atomului A, adică pozițiile și impulsurile sale. Va trebui să constatăm atunci că atomul emite fotoni unul cîte unul și că suferă cîte un recul la fiecare emisie. Fiecare dintre aceste reculuri modifică poziția sa, deplasarea făcîndu-se de fiecare dată într-o nouă direcție. Presupunînd că atomul iradiază astfel o perioadă de timp mai lungă (nu discutăm problema dacă atomul absoarbe în acest timp energie sau nu), el va ocupa în această perioadă un număr de poziții diferite, parcurgînd astfel un domeniu spațial considerabil. Din această cauză nu putem înlocui atomul printr-o mulțime punctiformă de atomi, ci doar printr-o mulțime de atomi împrăștiată într-un spațiu destul de mare. În plus, deoarece atomul iradiază în toate direcțiile, nu-l putem înlocui decît printr-o mulțime de atomi care iradiază în toate direcțiile. Prin urmare, nu obținem nici un caz pur, și nici o radiație coerentă sau franje de interferență.

Toate obiecțiile asemănătoare cu cea de aici ar putea fi reinterpretate statistic conform acestui exemplu.

(e) În legătură cu analiza acestui experiment mintal aș dori să precizez că argumentul (a) nu este deloc în stare (deși la prima vedere ar părea că este) să soluționeze problema complementarității, adică problema dualismului undă-particulă. El caută să realizeze aceasta arătînd că atomul nu ar putea emite decît sau unde coerente sau fotoni incoerenți și că *de aceea* între undă și particulă nu poate apărea nici o contradicție, cele două experiențe excluzîndu-se reciproc. Este însă pur și simplu greșit să credem că cele două experiențe se exclud, din moment ce putem combina o măsurătoare de „precizie medie“ a poziției cu o măsurătoare de „precizie medie“ a impulsului. Ajungem astfel să ne întrebăm ce se întîmplă cu atomul: emite el unde absolut coerente sau emite fotoni absolut incoerenți? Interpretarea mea statistică nu este pusă în pericol de acest caz intermediar; însă nu pretind că pot rezolva problema dualismului undă-particulă cu ajutorul acestei interpretări. Cu greu s-ar putea găsi o soluție într-adevăr satisfăcătoare a acestei probleme în cadrul fizicii cuantice sta-

tistice (teoria particulelor a lui Heisenberg și Schrödinger, interpretată de Born în 1925—1926), însă cred că ea ar putea fi soluționată în cadrul fizicii cuantice a cîmpurilor de unde [sau în cadrul celei „de-a doua cuantificări"] (teoria emisiei și absorbției a lui Dirac și teoria cîmpurilor de unde ale materiei a lui Dirac, Jordan, Pauli, Klein, Mie, Wigner, 1927—1928; cf. nota 2 la introducerea mea din paragraful 73). Abia pe această treaptă a teoriei problema dualismului undă-particulă ar putea fi pe deplin elucidată.

Anexa VI. *Despre un procedeu de măsurare „nepredictiv"*. (Cf. paragraful 77.)*[1]

Să presupunem că un fascicul nemonocromatic de particule — de exemplu un fascicul luminos — deplasîndu-se pe traiectorii paralele în direcția x, este supus unei selecții după impuls prin interpunerea unui filtru. (Dacă fasciculul este compus din electroni, va trebui să folosim în locul unui filtru un cîmp electric perpendicular pe direcția fasciculului pentru a realiza analiza sa spectrală.) Presupunem [urmîndu-l pe Heisenberg] că acest procedeu nu modifică nici impulsurile, respectiv componentele lor în direcția x, și prin urmare nici *vitezele* (sau componentele lor x) particulelor selectate.

În spatele filtrului plasăm un contor Geiger (sau o peliculă de film mobilă) pentru a măsura timpul în care sosesc particulele selectate, ceea ce ne permite — vitezele particulelor fiind cunoscute — să calculăm coordonatele lor x pentru orice moment anterior momentului în care ele sosesc. Acum putem însă considera două supoziții posibile. Dacă, pe de-o parte, presupunem că coordo-

---

*[1] Heisenberg — care vorbește de *măsurare* sau *observare*, și nu de *selecție* — descrie situația cu ajutorul unui experiment imaginar după cum urmează: Dacă vrem să observăm *poziția* electronului, trebuie să folosim lumină de înaltă frecvență care va intra într-o puternică interacțiune cu acesta și va perturba de aceea impulsul atomului. Dacă vrem să observăm impulsul, trebuie să folosim lumină de joasă frecvență, care, deși lasă impulsul electronului (practic) neschimbat, nu ne poate însă ajuta în determinarea poziției sale. Este important că în cazul acestui experiment *incertitudinea impulsului se datorește unei perturbații, în timp ce incertitudinea poziției nu este produsă de nimic de acest gen.* Incertitudinea poziției este mai degrabă rezultatul *evitării* oricărei perturbații importante a sistemului. (Cf. anexa *XI, punctul 9.)

Vechiul meu argument (care se baza pe această observație) era următorul. Deoarece determinarea impulsului lasă impulsul neschimbat, fiindcă interacționează slab cu sistemul, această determinare trebuie să lase neschimbată și poziția sistemului, deși *nu comunică nimic* despre această poziție. Poziția necunoscută poate fi găsită însă printr-o a doua măsurătoare; și deoarece prima măsurătoare a lăsat starea electronului (practic) nemodificată, putem calcula trecutul electronului nu numai *între* cele două măsurători, dar chiar și înainte de prima măsurătoare.

Nu văd cum ar putea Heisenberg să evite această concluzie fără să-și modifice substanțial argumentarea. (Cu alte cuvinte, eu încă mai cred că argumentul meu și experimentul meu mintal din paragraful 77 pot fi folosite pentru a demonstra existența unei contradicții în analiza pe care a făcut-o Heisenberg observării electronului.) Astăzi cred însă că am greșit cînd am susținut că ceea ce este valabil pentru „selecțiile" mele trebuie să fie valabil și pentru „observațiile" sau „măsurătorile" mintale ale lui Heisenberg. După cum demonstrează Einstein (în anexa *XII), aceasta nu este valabil pentru un filtru care acționează asupra unui foton. Și nu este valabil nici pentru cîmpul electric perpendicular pe direcția fasciculului de electroni, menționat (ca și filtrul) în primul alineat al acestei anexe. Căci lărgimea fasciculului trebuie să fie considerabilă, dacă electronii vor trebui să se deplaseze paralel cu axa x, astfel că poziția lor înainte de intrarea în cîmp nu poate fi calculată cu precizie după ce ei au fost deviați de cîmp. Acest fapt infirmă argumentul meu din această anexă și din anexa următoare, precum și pe cel din paragraful 77. Argumentul trebuie retras.

natele x de poziţie ale particulelor nu sînt perturbate de măsurarea impulsurilor lor, atunci măsurătorile precise de poziţie şi de impuls pot fi extinse în mod valid şi asupra perioadei de timp *dinaintea* selecţiei după impuls (efectuată cu ajutorul filtrului). Dacă, pe de altă parte, se presupune că selecţia după impuls interferează cu coordonatele x de poziţie, nu putem calcula cu precizie traiectoriile particulelor decît pentru intervalul de timp *dintre* cele două măsurători.

Or, presupunerea că *poziţia* particulelor în direcţia deplasării lor ar putea fi perturbată într-un mod imprevizibil de o selecţie după impuls nu înseamnă nimic altceva decît a crede că coordonata de poziţie a particulei în direcţia deplasării ei s-ar modifica în acelaşi mod imprevizibil datorită acestei selecţii după impuls. Din moment însă ce viteza particulelor a rămas neschimbată, presupunerea de mai sus echivalează cu presupunerea că, datorită selecţiei după impuls, particula efectuează un salt *discontinuu* (cu o viteză mai mare decît cea a luminii) într-un alt punct al traiectoriei sale.

Această supoziţie este însă incompatibilă cu teoria cuantică acceptată astăzi. Căci deşi această teorie admite salturi discontinue, ea nu le admite decît pentru cazul particulelor legate în interiorul unui atom (în interiorul domeniului de valori discontinue (în germană: Eigenwertbereich), însă nu şi pentru cazul particulelor libere (care aparţin domeniului de valori proprii continue).

Este probabil posibilă elaborarea unei teorii (menită să evite concluziile mele de mai sus sau să salveze relaţiile de nedeterminare) care modifică teoria cuantică astfel încît presupunerea privind existenţa unei perturbaţii a poziţiei cauzată de efectuarea unei selecţii după impuls, să fie compatibilă cu teoria. Dar chiar şi această teorie — pe care aş numi-o „teoria impreciziei" — nu ar putea deriva decît consecinţe statistice din principiul de nedeterminare şi nu ar putea fi coroborată decît din punct de vedere statistic. Şi în această teorie relaţiile de imprecizie nu ar fi decît enunţuri de probabilitate formaliste, deşi conţinutul acestora ar depăşi ceea ce am numit eu „relaţii statistice de împrăştiere". Căci, aşa cum voi arăta mai jos cu ajutorul unui exemplu, acestea sînt compatibile cu supoziţia că selecţia după impuls *nu* perturbă poziţia. *Această ultimă supoziţie nu ne permite să inferăm existenţa unui caz „super-pur", interzis de către relaţiile de împrăştiere.* Acest enunţ arată că metoda de măsurare pe care am discutat-o nu modifică cu nimic formulele lui Heisenberg interpretate statistic. Se poate afirma, aşadar, că el ocupă (în cadrul interpretării mele statistice), ca să spunem aşa, acelaşi „loc logic" ca observaţia lui Heisenberg care neagă „realitatea fizică" a măsurătorilor precise (în cadrul teoriei lui Heisenberg); de fapt, enunţul meu ar putea fi considerat ca fiind traducerea, „în limbaj statistic", a observaţiei lui Heisenberg.

Faptul că enunţul meu este corect reiese şi din consideraţiile de mai jos. De exemplu, am putea încerca să obţinem un „caz super-pur" prin inversarea ordinii etapelor din experimentul nostru, am putea începe cu o selecţie după poziţie în direcţia x (direcţia traiectoriei) folosind un obturator instantaneu, continuînd apoi cu selecţia după impuls realizată cu ajutorul filtrului. S-ar putea socoti că acest lucru este realizabil, deoarece ca rezultat al măsurătorii de poziţie, ar apărea mai întîi tot felul de impulsuri, din care filtrul — fără a perturba poziţia — nu va alege decît acele impulsuri care cad într-un domeniu delimitat. Ar fi însă greşit să privim lucrurile astfel. Căci dacă un grup de particule este selectat în acest fel printr-un obturator instantaneu, pachetul

de unde Schrödinger (obținut prin suprapunerea de unde cu frecvențe diferite) nu ne oferă decît *probabilități*, ce trebuie interpretate statistic, privind apariția în acest grup de particule a particulelor cu un anumit impuls dat. Pentru orice interval finit al impulsului Δp_x această probabilitate tinde spre 0, dacă facem lungimea trenului de unde infinit de scurtă, adică dacă măsurăm poziția cu o precizie arbitrară (deschizînd obturatorul instantaneu pentru un timp arbitrar de scurt). În mod asemănător această probabilitate tinde spre 0 pentru orice durată de timp finită în care obturatorul instantaneu este deschis, adică pentru orice valoare a domeniului de poziție Δx, dacă Δp_x tinde spre 0. Cu cît selectăm mai precis poziția, respectiv impulsul, cu atît mai improbabil este deci că vom întîlni în spatele filtrului vreo particulă. Aceasta înseamnă însă că numai printr-un număr foarte mare de asemenea experiențe vor exista și unele în care apar particule în spatele filtrului, fără ca noi să putem spune însă dinainte care vor fi aceste experiențe. De aceea nu dispunem de nici un mijloc care să evite apariția acestor particule doar în intervale împrăștiate în mod întîmplător și în consecință nu putem produce în acest fel nici o mulțime de particule care să fie mai omogenă decît un caz pur.

Există un *experiment crucial* relativ simplu care ne permite să decidem între „teoria impreciziei" (descrisă mai sus) și teoria cuantică. Conform primei teorii, ar trebui ca fotonii să ajungă pe un ecran plasat în spatele unui filtru [sau spectrograf] de înaltă selectivitate, chiar și după stingerea sursei de lumină, încă o anumită perioadă de timp, iar aceste „*imagini finale*" (*Nachbilder*) produse de filtru ar trebui să dureze cu atît mai mult cu cît este filtrul mai selectiv*².

---

*² După Einstein, care are pe deplin dreptate, în timp ce eu nu aveam dreptate, se va întîmpla tocmai acest lucru (vezi anexa *XII). Vezi și observațiile critice făcute de C. F. von WEIZSÄCKER la experimentul meu mintal în „*Die Naturwissenschaften*", **22**, **1934**, p. 807.

Anexa VII. *Observații referitoare la un experiment imaginar.* (Cf. paragraful 77.)*[1]

Putem pleca de la ipoteza că $\mathbf{a}_1$ și $|\mathbf{b}_1|$ sînt măsurate sau selectate cu un grad de precizie arbitrar. Ținînd seama de rezultatele obținute în anexa VI, putem presupune că impulsul absolut $|\mathbf{a}_2|$ al particulei ce sosește în X din direcția SX poate fi măsurat cu orice grad de precizie dorit. În consecință, $|\mathbf{b}_2|$ poate fi de asemenea determinat cu orice grad de precizie dorit (cu ajutorul principiului de conservare a energiei). În plus, pozițiile Fa și X și momentele sosirii particulelor $[A]$ în X pot fi măsurate cu orice grad de precizie dorit. Prin urmare este necesar să examinăm situația doar în ceea ce privește intervalele de nedeterminare ale impulsurilor $\Delta\mathbf{a}_2$ și $\Delta\mathbf{b}_2$, apărute ca urmare a *nedeterminărilor direcțiilor* și să analizăm vectorul $\Delta\mathbf{S}$ al nedeterminării poziției lui S care de asemenea apare ca o consecință a determinării imprecise a direcției SX.

Dacă fasciculul SX trece printr-o fantă îngustă în X, apare ca rezultat al difracției pe fantă o nedeterminare a direcției φ. Lărgind suficient de mult $|\mathbf{a}_2|$, unghiul φ poate fi făcut oricît de mic dorim, căci avem

$$\varphi \cong \frac{h}{r \cdot |\mathbf{a}_2|} \tag{1}$$

unde r este deschiderea fantei. Este însă imposibil să diminuăm $|\Delta\mathbf{a}_2|$ prin această metodă; acesta nu ar descrește decît dacă ar crește r, ceea ce ar duce la creșterea lui $|\Delta\mathbf{S}|$, deoarece avem

$$|\Delta\mathbf{a}_2| \cong \varphi |\mathbf{a}_2| \tag{2}$$

ceea ce, conform (1) ne dă:

$$|\Delta\mathbf{a}_2| \cong \frac{h}{r}, \tag{3}$$

care demonstrează că $|\Delta\mathbf{a}_2|$ este independent de $|\mathbf{a}_2|$.

Deoarece pentru fiecare r ales putem micșora φ oricît de mult dorim mărind totodată $|\mathbf{a}_2|$, putem de asemenea reduce oricît de mult dorim componenta $\Delta\mathbf{a}_2$ în direcția SX, pe care o vom nota cu „$(\Delta\mathbf{a}_2)_x$". Putem proceda astfel fără a afecta precizia măsurătorii de poziție a lui S, deoarece și aceasta la rîndul ei devine mai precisă pe măsură ce crește $|\mathbf{a}_2|$ și descrește r. Vreau însă să arăt că este posibil să prezentăm un argument corespunzător și pentru componenta SY a lui $\Delta\mathbf{b}_2$, pe care o vom nota cu „$(\Delta\mathbf{b}_2)_y$".

---

*[1] Referitor la critica anumitor supoziții din paragraful 77 și din această anexă, vezi nota *1 din anexa VI.

Deoarece conform ipotezei noastre $\Delta \mathbf{a}_1=0$, putem deduce, pornind de la legea conservării impulsului, că

$$\Delta \mathbf{b}_2=\Delta \mathbf{b}_1-\Delta \mathbf{a}_2. \tag{4}$$

Pentru orice $\mathbf{a}_1$, $|\mathbf{b}_1|$ şi $|\mathbf{a}_2|$ dat, $\Delta \mathbf{b}_1$ depinde direct de φ, ceea ce înseamnă că putem obţine un aranjament astfel încît

$$|\Delta \mathbf{b}_1| \cong |\Delta \mathbf{a}_2| \cong \frac{h}{r} \tag{5}$$

şi

$$|\Delta \mathbf{b}_1-\Delta \mathbf{a}_2'| \cong \frac{h}{r} \tag{6}$$

să fie valide. Prin analogie cu (2) obţinem

$$|\Delta \mathbf{b}_2| \cong \psi \cdot |\mathbf{b}_2|, \tag{7}$$

unde ψ reprezintă indeterminarea de direcţie a lui $\mathbf{b}_2$. Considerînd (4) şi (5), obţinem, prin urmare,

$$\psi \cong \frac{|\Delta \mathbf{b}_1-\Delta \mathbf{a}_2|}{|\mathbf{b}_2|} \cong \frac{h}{r\cdot|\mathbf{b}_2|}. \tag{8}$$

Dar aceasta înseamnă că oricît de mic am alege r putem totdeauna micşora ψ şi astfel şi $(\Delta \mathbf{b}_2)_y$ oricît de mult dorim, dacă utilizăm valori suficient de mari pentru impulsul $|\mathbf{b}_2|$; şi anume, din nou fără a prejudicia precizia măsurătorii poziţiei S.

Aceasta demonstrează că este posibil să micşorăm fiecare din cei doi factori ai produsului $(\Delta S)_y \cdot (\Delta \mathbf{b}_2)_y$ oricît de mult dorim, independent unul de celălalt. Or, pentru a infirma aserţiunea lui Heisenberg referitoare la limitele de precizie accesibile, ar fi suficient să demonstrăm că am putea reduce oricît de mult dorim numai *unul* din cei doi factori, fără ca celălalt să crească nelimitat.

În plus trebuie menţionat că o alegere favorabilă a direcţiei SX ne permite să determinăm astfel *distanţa* SX, încît ΔS şi $\Delta \mathbf{b}_2$ să fie paralele şi prin urmare (pentru φ suficient de mic) perpendiculare pe SY[1]. În consecinţă, atît precizia măsurătorii impulsului în această direcţie, cît şi precizia măsurătorii de poziţie (în aceeaşi direcţie) se dovedesc a fi *independente de precizia măsurătorii de poziţie a lui S*. (Aceasta depinde îndeosebi de micimea lui r, dacă folosim valori mari ale lui $|\mathbf{a}_2|$.) Atît una, cît şi cealaltă *nu depind decît de precizia măsurătorilor coordonatelor de poziţie şi de impuls ale particulei care ajunge în X, din direcţia SX*, precum şi de micimea lui φ. (Aceasta corespunde faptului că precizia de măsurare $(\Delta \mathbf{a}_2)_x$ a particulei care ajunge în X depinde de micimea lui φ.)

De aici rezultă clar că în ceea ce priveşte precizia măsurătorilor, situaţia măsurătorii (aparent „nepredictivă") a particulei [A] la sosirea în punctul X şi a predicţiei traiectoriei particulei [B] care pleacă din S sînt pe de-a întregul *simetrice*.

---

[1] Asupra faptului că examinarea gradului de exactitate al măsurării într-o direcţie perpendiculară pe ΔS ar putea fi importantă, mi s-a atras atenţia — cu ocazia unei discuţii asupra experimentului meu mintal — de către Schiff.

Aş dori să mulţumesc cu acest prilej dr. K. Schiff pentru colaborarea rodnică desfăşurată timp de aproape un an.

ANEXE NOI

Retrospectivă și perspectivă

Deși constat după treizeci de ani, spre surprinderea mea, că sînt de acord cu aproape toate opiniile filozofice care apar în cartea mea, și chiar cu cele mai multe dintre reflecțiile mele în legătură cu probabilitatea — un domeniu în care ideile mele s-au schimbat mai mult decît în oricare altul — , am considerat că trebuie totuși să adaug sub formă de anexe unele din noile materiale acumulate în decursul anilor. Acest material a luat o proporție considerabilă, căci eu n-am încetat niciodată de a lucra la problemele dezbătute în această carte. De aceea n-am putut include în aceste noi anexe toate rezultatele relevante. Trebuie menționat în mod special un rezultat care nu este discutat aici: o teorie pe care am numit-o *interpretarea ca propensitate* (sau interpretarea ca înclinație) *a probabilității* și care explică de ce poate fi interpretată probabilitatea ca măsură a unei tendințe de realizare[1]. Într-o carte nepublicată încă (*Postscript: After Twenty Years*) am tratat pe larg această interpretare; o scurtă expunere cu indicații bibliografice se găsește în lucrarea mea *Quantum Mechanics without „the Observer"*, în *Quantum Theory and Reality*, 1967, editată de Mario Bunge.

Alte idei din lucrarea mea privind logica cercetării au fost dezvoltate mai departe în lucrarea mea *Conjectures and Refutations*, ediția a III-a, 1969, și în lucrările mele: *Die Zielsetzung der Erfahrungswissenschaft* și *Naturgesetze und theoretische Systeme*, ambele publicate de Hans Albert în *Theorie und Realität*, 1964, și în lucrările *Epistemology without a Knowing Subject* din *Logic, Methodology and Philosophy of Science*, III, editată de van Rootselaar și Staal, 1968, și *On the Theory of the Objective Mind*, publicată în *Akten des 14. Intern. Kongresses für Philosophie*, I, Wien, 1968.

Primele două dintre anexele mele noi conțin trei note scurte, publicate între 1933 și 1938, care sînt în legătură directă cu cartea. Mă tem că ele nu pot fi citite ușor: sînt prea comprimate și nu le pot face accesibile fără a le diminua valoarea documentară.

Anexele *II pînă la *V au un caracter oarecum tehnic — mai mult pe gustul meu. Dar fără tehnica logico-matematică nu poate fi rezolvată, după părerea mea, următoarea problemă filozofică: *este gradul de coroborare sau acceptabilitate al unei teorii o probabilitate*, așa cum au afirmat atît de mulți filozofi, sau nu? Cu alte cuvinte: *satisface el regulile calculului probabilității?*

Eu am răspuns la această întrebare în cartea mea și răspunsul meu a fost: „Nu". În legătură cu acest răspuns, unii filozofi au replicat însă: „Dar eu în-

---

[1] Cf. lucrarea mea *The Propensity Interpretation of Probability and the Quantum Theory* din *„Observation and Interpretation"*, editată de S. Körner în 1957, p. 65–70 și 88 și urm. Vezi și lucrarea mea mai detaliată *The Propensity Interpretation of Probability* în *„British Journal for the Philosophy of Science"*, *10*, 1959, p. 25–42.

țeleg prin probabilitate (prin coroborare sau confirmare) altceva decît Dumneavoastră". Pentru a justifica respingerea acestei replici evazive (care amenință să reducă epistemologia la o dispută în jurul unor cuvinte) am fost nevoit să analizez această problemă cu ajutorul formalismului pînă în cele mai mici detalii: trebuiau formulate regulile („axiomele") calculului probabilității și trebuiau stabilite funcțiile fiecăreia în parte. Căci nu trebuia să aducem un prejudiciu problemei, dacă gradul de coroborare constituie sau nu, una din interpretările posibile ale calculului probabilității, motiv pentru care acest calcul a fost considerat în accepțiunea sa cea mai largă, fiind admise doar acele reguli care sînt esențiale pentru acest calcul. Am început aceste investigații în anul 1935, o scurtă prezentare a unora din ele fiind dată în anexa *II. O privire de ansamblu asupra rezultatelor cercetărilor mele din ultimii ani ne oferă anexele *IV și *V. În aceste anexe se susține că în afara interpretării clasice, logice și frecvențiale a probabilității, toate tratate în cartea mea, există *încă o serie de diverse interpretări ale conceptului de probabilitate și ale calculului matematic al probabilității*. Aceste anexe au pregătit astfel terenul pentru ceea ce am numit „interpretarea ca propensitate" (interpretarea probabilității ca măsură a tendinței de realizare).

Însă nu numai că a trebuit să examinez regulile calculului probabilității, dar a trebuit să formulez și *regulile pentru testarea teoriilor*, adică pentru gradul de coroborare. Acest lucru l-am realizat în trei lucrări reproduse în anexa *IX. Anexele *VII și *VIII constituie un element de legătură între calculul probabilității elaborat de mine și teoria mea privind coroborarea.

Celelalte anexe vor interesa, sper, atît pe filozofi, cît și pe cercetătorii din domeniul științelor naturii; îndeosebi cea despre dezordinea obiectivă și cea despre experimentele imaginare în fizică. Anexa *XII cuprinde o scrisoare a lui Albert Einstein.

Anexa *I. *Două note despre inducție și demarcație, 1933-1934*

Prima dintre cele două note republicate aici este o scrisoare către redactorul revistei „*Erkenntnis*". A doua este o contribuție la o discuție care a avut loc în cadrul unei conferințe filozofice la Praga, în 1934, și a fost publicată în „*Erkenntnis*" (1936), ca parte integrantă a relatării asupra conferinței.

1

Scrisoarea adresată redactorului a fost publicată pentru prima dată în „*Erkenntnis*", *3*, (sau „*Annalen der Philosophie*", *11*) nr. 4—6, p. 426 și următoarele. Motivul care a determinat scrierea ei a fost că opiniile mele erau discutate mult în acea vreme de către membri ai Cercului de la Viena, chiar și în publicații (cf. nota 3), deși nici unul din manuscrisele mele (pe care le-au citit unii membri ai Cercului) nu fuseseră încă publicate. Aceasta s-a datorat, în parte, proporțiilor lor; pentru a face posibilă publicarea, a trebuit să scurtez cartea mea *Logica cercetării* la o parte a întinderii ei inițiale. În scrisoarea mea, am subliniat cu atîta putere deosebirea dintre problema *criteriului de demarcație* și pseudoproblema unui *criteriu al sensului* (precum și opoziția dintre punctele mele de vedere și cele ale lui Schlick și Wittgenstein), fiindcă deja pe atunci ideile mele erau discutate de Cercul de la Viena, pornindu-se de la premisa falsă că eu aș susține înlocuirea verificabilității, în calitate de criteriu al sensului, cu falsificabilitatea, cînd de fapt pe mine mă preocupa nu problema *sensului*, ci problema *demarcației*. Cum reiese din scrisoarea mea, am încercat încă în 1933 să corectez această interpretare greșită. Am încercat să fac același lucru în *Logica cercetării* și am continuat pînă astăzi eforturile mele de clarificare în această direcție. Se pare însă că prietenii mei pozitiviști nu văd pînă astăzi în mod clar deosebirea. Această confuzie m-a determinat să evidențiez în scrisoarea mea deosebit de accentuat și hotărît opoziția dintre punctul meu de vedere și cel al Cercului de la Viena; aceasta i-a condus pe unii la părerea falsă că punctele mele de vedere s-ar fi dezvoltat inițial ca o reacție critică față de Wittgenstein. În realitate, formulasem problema demarcației și a criteriului falsificabilității sau testabilității deja în toamna lui 1919, deci cu ani înainte ca filozofia lui Wittgenstein să devină o temă de discuție în Viena. (Cf. lucrarea mea *Philosophy of Science. A Personal Report*, publicată acum în *Conjectures and Refutations*.) Așa se explică reacția mea cînd am aflat de noul criteriu verificaționist al *sensului*, susținut de Cercul de la Viena: am opus acestui criteriu criteriul falsificabilității, elaborat de mine, un criteriu de *demarcație*, menit să delimiteze sistemele de enunțuri științifice de sistemele de enunțuri metafi-

zice, care au sens în aceeaşi măsură ca şi primele. (În ceea ce priveşte enunţurile lipsite de sens, nu pretind că criteriul meu de demarcaţie le-ar fi aplicabil). Mai tîrziu, în capitolul 24 al lucrării mele *The Open Society* şi în capitolul 8 al lucrării mele *Conjectures and Refutations*, am lărgit criteriul meu de demarcaţie, formulîndu-l ca *criteriu al criticabilităţii*: *enunţurile empirice* sau sistemele de enunţuri empirice se caracterizează prin aceea că sînt *criticabile pe temeiul relatărilor despre fapte* (durch Tatsachenberichte), deci empiric infirmabile.

Iată scrisoarea mea din 1933:

Un criteriu al caracterului empiric al sistemelor teoretice

1. (*Problemă preliminară*.) *Problema humeană a inducţiei*, întrebarea cu privire la valabilitatea legilor naturii, ia naştere din contradicţia aparentă dintre principiul empirismului (numai „experienţa" poate decide asupra adevărului sau falsităţii enunţurilor factuale) şi înţelegerea de către Hume a faptului că *inferenţele* (*generalizările*) *inductive nu sînt admisibile*. Sub influenţa lui Wittgenstein, Schlick[1] crede că poate rezolva această contradicţie adoptînd supoziţia că legile naturii „nu sînt enunţuri veritabile" ci „reguli pentru transformarea enunţurilor"*[1], prin urmare un anumit fel de „pseudoenunţuri".

Această încercare de rezolvare (care mi se pare pur terminologică) are în comun cu încercările mai vechi (de exemplu, cu apriorismul, convenţionalismul etc.) o presupoziţie neîntemeiată, şi anume, aceea că toate *enunţurile veritabile* sînt *integral decidabile*, adică verificabile *sau* falsificabile; mai precis, că pentru toate enunţurile veritabile trebuie să fie *logic posibilă* o verificare empirică definitivă sau o falsificare empirică definitivă. Dacă abandonăm această presupoziţie, atunci devine posibilă o rezolvare simplă a contradicţiei din care ia naştere „problema inducţiei". Legile naturii (teoriile) pot fi considerate într-un mod necontradictoriu ca enunţuri factuale veritabile *parţial decidabile*, adică neverificabile din raţiuni logice dar *falsificabile*, ca enunţuri care pot fi testate prin încercări sistematice de a le falsifica.

Această soluţie are avantajul de a netezi calea pentru soluţionarea celei de a doua probleme, mai fundamentale, a teoriei cunoaşterii (sau a teoriei metodei empirice):

2. (Problemă principală.) Aceasta, *problema demarcaţiei* (întrebarea kantiană cu privire la „limitele cunoaşterii ştiinţifice"), poate fi definită ca problema formulării unui *criteriu al distincţiei dintre aserţiunile* (enunţurile, sistemele de enunţuri) care aparţin *ştiinţei empirice* şi cele care pot fi numite „*metafizice*".

În încercarea de soluţionare propusă de Wittgenstein[2], demarcaţia este realizată cu ajutorul conceptului de „sens": orice „enunţ cu sens" trebuie să

---

[1] SCHLICK, „*Die Naturwissenschaften*", *19*, 1931, nr. 7, 156.

*[1] Pentru a reda sensul formulării lui Schlick ar fi mai potrivit să traducem prin „reguli pentru formarea şi transformarea enunţurilor": formularea germană este „Anweisungen zur Bildung von Aussagen". Aici „Anweisung" poate fi tradus, evident, prin „reguli"; dar „Bildung" nu avea în acel timp semnificaţiile tehnice care au dus de atunci la o diferenţiere clară între „formarea" şi „transformarea" enunţurilor.

[2] WITTGENSTEIN, *Tractatus logico-philosophicus*, 1922.

fie, ca funcţie de adevăr a propoziţiilor „atomare", complet reductibil din punct de vedere logic la (sau deductibil din) enunţuri singulare de observaţie. Dacă un pretins enunţ se dovedeşte ireductibil, înseamnă că este „lipsit de sens", „metafizic", că este un „pseudoenunţ". *Metafizica este „lipsită de sens"*. Prin acest criteriu de demarcaţie, pozitivismul consideră că a realizat o depăşire mai radicală a metafizicii în comparaţie cu tendinţele antimetafizice mai vechi. Acest radicalism nimiceşte însă odată cu metafizica şi ştiinţele naturii. Căci nici legile naturii nu sînt derivabile din enunţuri de observaţie, cum a reieşit din examinarea problemei inducţiei. Ele ar fi caracterizate ca „pseudoenunţuri lipsite de sens", ca „metafizice" în cazul unei aplicări consecvente a criteriului de sens al lui Wittgenstein. Prin urmare, acest criteriu de demarcaţie eşuează.

Dogma sensului şi pseudoproblemele pe care le generează pot fi eliminate dacă adoptăm, drept criteriu de demarcaţie, *criteriul falsificabilităţii*, adică al unei decidabilităţi unilaterale, asimetrice. Potrivit acestui criteriu, numai acele enunţuri sau sisteme de enunţuri oferă informaţie despre lumea empirică, care pot să eşueze în ciocnirea cu experienţa; mai precis, numai acele enunţuri care pot fi supuse unei testări metodice, adică pot fi supuse (pe baza unei „decizii metodologice") unor teste ale căror rezultate le pot *infirma*[3].

Acceptarea enunţurilor *parţial decidabile* ne permite să rezolvăm nu numai „problema inducţiei" (de reţinut că nu există decît un tip de raţionament care ne permite o înaintare într-o direcţie inductivă[4]: *modus tollens* al deducţiei), dar şi problema mai fundamentală a demarcaţiei, care a dat naştere aproape tuturor celorlalte probleme ale teoriei cunoaşterii. Criteriul falsificabilităţii permite delimitarea cu suficientă precizie a sistemelor teoretice ale ştiinţelor empirice de sistemele metafizice (dar şi de sistemele convenţionaliste şi tautologice), fără a trebui să declare metafizica (care din punct de vedere istoric poate fi considerată ca sursa din care izvorăsc teoriile ştiinţelor empirice) ca lipsită de sens.

Ştiinţele empirice ar putea fi caracterizate, adaptînd şi generalizînd o binecunoscută formulare a lui Einstein[5], în felul următor: *În măsura în care enunţurile ştiinţei se referă la realitate, ele trebuie să fie falsificabile, şi în măsura în care nu sînt falsificabile, ele nu se referă la realitate.*

Analiza logică arată că *falsificabilitatea* (unilaterală), în calitate de criteriu pentru ştiinţele empirice, joacă un rol analog, din punct de vedere formal, cu *noncontradicţia* pentru ştiinţă în general. Un sistem *contradictoriu* nu izolează din totalitatea enunţurilor posibile nici o submulţime de enunţuri; un sistem

---

[3] O asemenea procedură de testare este prezentată de CARNAP în „*Erkenntnis*", *3*, p. 223 şi urm. sub numele de „procedura B". Vezi şi DUBISLAV, *Die Definition*, ed. a 3-a, p. 100 şi urm.*(Adăugat în 1957.) Această trimitere nu se referă la rezultatele cercetărilor lui Carnap, ci la unele din rezultatele mele, pe care Carnap le prezintă şi le acceptă în acest articol. Carnap declară formal că „procedura B", pe care o descrie, îmi aparţine.

[4] Prin înaintare într-o „direcţie inductivă" se înţelege aici înaintarea spre legi (teorii) tot mai generale.

[5] EINSTEIN, *Geometrie und Erfahrung*, p. 3 şi urm. (*Adăugat în 1957.) Einstein scria: „În măsura în care enunţurile geometriei se referă la realitate, ele nu sînt certe, şi în măsura în care sînt certe, ele nu se referă la realitate.

nefalsificabil nu izolează din totalitatea enunţurilor „empirice" (sintetice şi singulare) posibile nici o submulţime de enunţuri[6].

2

A doua notă constă din cîteva observaţii pe marginea unui referat ţinut de Reichenbach în vara anului 1934 în cadrul unei conferinţe filosofice care a avut loc la Praga (*Logica cercetării* era pe atunci în şpalt). În „*Erkenntnis*" a apărut mai tîrziu o relatare asupra conferinţei care conţinea şi contribuţia mea („*Erkenntnis*", *5*, 1935, p. 170 şi urm.). Iată textul intervenţiei mele:

Despre aşa-numita „logică a inducţiei" şi „probabilitatea ipotezelor".

Nu consider că este posibil să se producă o teorie satisfăcătoare a ceea ce este numit în mod tradiţional — şi la Reichenbach, de exemplu — „inducţie". Cred mai curînd că orice asemenea teorie — indiferent de faptul dacă utilizează logica clasică sau logica probabilităţii — trebuie, din raţiuni pur logice, fie să ducă la un regres infinit, fie să facă apel la un principiu al inducţiei de natură aprioricã, la un principiu sintetic care nu poate fi testat empiric.

Dacă distingem, împreună cu Reichenbach, între o „procedură a descoperirii" şi o „procedură a justificării" ipotezelor, trebuie să fim de acord că prima nu poate fi reconstruită raţional. Pe de altă parte, procedura justificării ipotezelor nu duce, după părerea mea, la ceva despre care s-ar putea spune că ţine de logica inductivă. O teorie a inducţiei (un principiu al inducţiei) este, prin urmare, de prisos, ea nu are nici o funcţie în logica ştiinţei.

Ipotezele (teoriile) ştiinţifice nu pot fi niciodată „justificate" sau „verificate". Cu toate acestea, o ipoteză *A* poate, în anumite împrejurări, să realizeze mai mult decît o ipoteză *B*, fie pentru că *B* este contrazisă de anumite rezultate ale observaţiei şi, prin urmare, „falsificată" de ele, în timp ce *A* nu este falsificată, fie pentru că un număr mai mare de predicţii poate fi derivat cu ajutorul lui *A* decît cu ajutorul lui *B*. Ceea ce putem spune despre o ipoteză, în cel mai bun caz, este că pînă astăzi ea şi-a probat valoarea şi că a avut mai mult succes decît alte ipoteze, deşi, în principiu, ea nu poate fi niciodată justificată, verificată sau cel puţin întemeiată ca probabilă. Aprecierea ipotezelor se sprijină exclusiv pe consecinţele *deductive* (predicţii) care pot fi derivate din ipoteze. *Despre inducţie nici nu e nevoie să vorbim.*

Greşeala care se face de obicei în această privinţă poate fi explicată istoric. Ştiinţa a fost concepută ca un sistem de cunoştinţe cît mai bine asigurate; „inducţia" trebuia să asigure adevărul acestor cunoştinţe. Mai tîrziu

---

[6] O expunere amănunţită va apărea în curînd sub forma unei cărţi (în *Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung*, colecţie editată de Ph. Frank şi M. Schlick, Springer Verlag, Viena).

*(Adăugat în 1957) Este vorba de cartea mea *Logica cercetării*, care era în acel moment sub tipar. (Ea a apărut în toamna lui 1934, dar purta pe copertă, cum se obişnuia pe atunci, anul următor, 1935, şi a fost citată şi de mine adesea în acest fel.)

a devenit clar că nu poate fi vorba de adevăruri absolut asigurate, dar s-a încercat înlocuirea lor cu un gen de „adevăr slăbit", adică cu „probabilitatea".

Dar, vorbind de „probabilitate" în loc de „adevăr", nu scăpăm de alternativa regres infinit — apriorism[1].

Din acest punct de vedere, aplicarea conceptului de probabilitate ipotezelor științifice apare ca fiind inutilă și derutantă.

Conceptul de probabilitate este folosit în fizică și în teoria jocurilor de noroc într-un anumit mod care poate fi definit satisfăcător cu ajutorul conceptului de frecvență relativă (urmîndu-l pe von Mises)[2]. Încercarea lui Reichenbach de a extinde acest concept, în așa fel încît să includă așa-numita „probabilitate inductivă" sau „probabilitate a ipotezelor", este sortită, după părerea mea, eșecului, deși nu am nimic de obiectat împotriva ideii frecvenței adevărului într-un șir de enunțuri[3], pe care el încearcă să o invoce. Căci ipotezele nu pot fi interpretate satisfăcător ca șiruri de enunțuri[4]; și chiar dacă se acceptă această interpretare, nu s-a cîștigat nimic; sîntem conduși doar la definiții pe de-a-ntregul nesatisfăcătoare ale probabilității ipotezelor. De exemplu, sîntem conduși la o definiție care atribuie probabilitatea $\frac{1}{2}$ în loc de 0 unei ipoteze falsificate de o mie de ori, în cazul că ipoteza este falsificată în medie de fiecare al doilea test. S-ar putea considera și posibilitatea de a interpreta ipoteza nu ca un șir de enunțuri, ci ca un *element* al unui șir de ipoteze[5] și de a-i atribui, în calitatea ei de element al unui asemenea șir, o anumită probabilitate (ce-i drept, nu pe temeiul unei „frecvențe a adevărului", ci pe temeiul unei „frecvențe a falsității" în cadrul acestui șir). Dar și această încercare este nesatisfăcătoare; considerații simple conduc la concluzia că este imposibil să se ajungă pe această cale la un concept de probabilitate care să satisfacă chiar și cerința foarte modestă ca o observație falsificatoare să producă o scădere sensibilă a probabilității ipotezei.

Va trebui să ne obișnuim să concepem știința nu ca pe un „sistem de cunoștințe"[71], ci ca pe un sistem de ipoteze; adică, ca pe un sistem de presupuneri sau anticipări care nu pot fi justificate, dar cu care lucrăm atît timp cît trec cu succes testele, fără să le putem considera ca „adevărate", „mai mult sau mai puțin certe (sigure)" sau măcar „probabile".

---

[1] Cf. POPPER, *Logik der Forschung*, de exemplu p. 188 și 195 *(ale ediției originale), adică paragrafele 80 și 81.

[2] *Op. cit.*, p. 95 și urm. *(adică paragrafele 47—51).

[3] Acest concept i se datorează lui Whitehead.

[4] Reichenbach interpretează „aserțiunile științelor naturii" ca șiruri de enunțuri în lucrarea sa *Wahrscheinlichkeitslogik*, p. 15, („*Ber. d. Preuss Akad. phys.-math. Klasse*", *29*, 1932, p. 488).

[5] Aceasta ar corespunde punctului de vedere susținut de Grelling în discuția de față; cf. „*Erkenntnis*", *5*, p. 168 și urm.

Anexa *II. *O notă despre probabilitate din anul 1938*

Următoarea lucrare, „Un sistem de axiome independente pentru probabilitate", a fost publicată pentru prima dată în „*Mind*", N.S., *47*, 1938, p. 275 și urm. Aceasta a fost prima mea publicație în limba engleză. (De aceea textul în limba engleză lasă mult de dorit din punct de vedere stilistic; de asemenea nu mi-au parvenit nici corecturile, eu fiind pe atunci plecat în Noua Zeelandă.) Textul introductiv al acestei comunicări, singurul reprodus aici, stabilește ferm — și cred că pentru prima dată — că teoria matematică a probabilității trebuie întemeiată ca un *sistem „formal"*, adică ca un sistem care admite mai multe interpretări diferite, cum ar fi (1) interpretarea clasică, (2) interpretarea frecvențială, (3) interpretarea logică (numită astăzi cîteodată și interpretarea „semantică").

Unul din motivele pentru care am dorit să dezvolt o teorie formală care să nu depindă de nici o interpretare particulară aleasă, a fost acela că am sperat să pot demonstra ulterior teza că ceea ce eu am numit în carte „grad de coroborare" (sau „de acceptabilitate") nu poate fi o „probabilitate", deoarece proprietățile gradului de coroborare sînt incompatibile cu calculul formal al probabilităților. (Cf. anexa *IX și *Postscriptum*-ul meu, paragrafele *27 pînă la *32.)

Un alt motiv care m-a determinat să scriu această lucrare, a fost acela, că am vrut să arăt, că ceea ce am numit în cartea mea „probabilitate logică" este interpretarea logică a unei „probabilități absolute", adică a unei probabilități $p(x, y)$ unde y este tautologic. Din moment ce o tautologie poate fi scrisă sub forma „non-(x și non-x)" sau, în simbolurile folosite în comunicarea mea, $\overline{x\bar{x}}$, putem defini probabilitatea absolută a lui x [pentru care putem scrie „$p(x)$" sau „$pa(x)$"] cu ajutorul probabilității relative după cum urmează:

$$p(x) = p(x, \overline{x\bar{x}}) \text{ sau: } pa(x) = p(x, \overline{x\bar{x}}) = p(x, \overline{y\bar{y}}).$$

O definiție similară este dată și în comunicarea mea.

Cînd am scris această comunicare nu cunoșteam încă cartea lui Kolmogorov *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung*, deși ea a fost publicată pentru prima dată în germană în anul 1933. Scopul urmărit de Kolmogorov era foarte apropiat de al meu; însă sistemul său este mai puțin „formal" decît al meu și oferă astfel mai puține posibilități de interpretare. Deosebirea fundamentală constă în următoarele: Kolmogorov interpretează argumentele functorului de probabilitate ca *mulțimi*, presupunînd prin urmare că ele au „elemente". În sistemul meu însă nu a fost introdusă nici o asemenea supoziție: *în teoria mea nu se face nici o presupunere referitoare la aceste argumente* (*pe*

care eu le numesc „elemente“), exceptînd faptul că probabilităţile lor se comportă în modul cerut de axiomă. Desigur că sistemul lui Kolmogorov poate fi considerat ca o interpretare a sistemului meu. (Vezi şi observaţiile mele la această problemă cuprinse în anexa *IV.)

Sistemul axiomatic iniţial cu care am încheiat comunicarea mea este oarecum greoi şi la scurt timp după publicarea acesteia l-am înlocuit cu unul mai simplu şi mai elegant. Ambele sisteme, cel vechi şi cel nou, au fost formulate folosindu-se termenii de *produs* (conjuncţie) şi *complement* (negaţie). Acelaşi lucru este valabil şi pentru sistemele mele elaborate ulterior*1. La vremea respectivă încă nu reuşisem derivarea legii distributive din legi mai simple (cum sînt A1—A3 şi B2 de mai jos) şi de aceea a trebuit s-o consider ca o axiomă. Scrisă însă numai în termeni de produs şi complement, legea distributivă este foarte greoaie. De aceea nu reproduc aici sfîrşitul comunicării, conţinînd vechiul sistem de axiome, pe care l-am înlocuit cu un sistem mai simplu (cf. „*Brit. Journal Phil. Sc.*“, *loc. cit.*) întemeiat, ca şi sistemul vechi, pe probabilitatea absolută. Acest sistem mai nou poate fi desigur dedus din sistemul bazat pe probabilitatea relativă, expus în anexa *IV. Voi prezenta în cele ce urmează axiomele în aceeaşi ordine ca în vechea mea comunicare:

A1	$p(xy) \geqslant p(yx)$	(comutare)
A2	$p((xy)z) \geqslant p(x(yz))$	(asociere)
A3	$p(xx) \geqslant p(x)$	(tautologie)
A4	Există cel puţin un x şi un y astfel încît $p(x) \neq p(y)$	(existenţă)
B1	$p(x) \geqslant p(xy)$	(monotonie)
B2	$p(x) = p(xy) + p(x\bar{y})$	(complement)
B3	Pentru orice x există cel puţin un y astfel încît $p(y) \geqslant p(x)$ şi $p(xy) = p(x)p(y)$	(multiplicare)

Urmează acum vechea mea *notă* din anul 1938.

Un sistem de axiome independente pentru probabilitate.

Din punctul de vedere formal al „axiomaticii“ probabilitatea poate fi descrisă ca un functor diadic[1] (adică o funcţie numerică de două argumente, acestea neavînd neapărat valori numerice). Argumentele acestui functor sînt *nume* variabile sau constante (care, în funcţie de interpretarea aleasă, pot fi interpretate, de exemplu, ca nume de predicate sau nume de enunţuri[1]). Dacă ne

*1 Două dintre ele le-am publicat în „*British Journal for the Philosophy of Science*“, *6*, 1955, p. 51—57, 171 şi 351, iar o versiune îmbunătăţită, în anexă la *Philosophy of Science: A Personal Report* în *British Philosophy in the Mid-Century*, editată de C. A. Mace, 1956. Vezi şi anexa *IV a acestui volum şi Suplimentul (2) al cărţii mele *Conjectures and Refutations*, 1963 şi 1965, p. 388—390.

[1] Pentru terminologie vezi CARNAP, *Logische Syntax der Sprache*, 1934 şi TARSKI, „*Erkenntnis*“, *5*, 1935, p. 175.

decidem să acceptăm pentru ambele argumente aceleaşi reguli de substituţie şi aceeaşi interpretare, acest functor poate fi notat prin

„$p(x_1, x_2)$",

ceea ce înseamnă „probabilitatea lui x_1 referitor la x_2".

Ar fi foarte convenabil, dacă s-ar putea construi un sistem de axiome s_1, în care „$p(x_1,x_2)$" să apară ca variabilă primitivă (nedefinită) şi care să fie astfel construit, încît să poată fi la fel de bine interpretat prin oricare din interpretările propuse. Cele trei interpretări care au suscitat cele mai multe discuţii sînt: (1) definiţia clasică[2] a probabilităţilor ca raport dintre cazurile favorabile şi cazurile egal posibile, (2) teoria frecvenţială[3], care defineşte probabilitatea ca frecvenţa relativă a unei anumite clase de evenimente în cadrul unei alte clase anumite, şi (3) teoria logică[4], care defineşte probabilitatea ca fiind gradul unei relaţii logice dintre enunţuri (care este 1 dacă x_1 este consecinţă logică a lui x_2, şi care este 0 dacă negaţia lui x_1 este o consecinţă logică a lui x_2).

În construirea unui astfel de sistem s_1 capabil să fie interpretat prin oricare din interpretările amintite (şi prin altele), este recomandabilă introducerea, cu ajutorul unei grupe speciale de axiome (vezi mai jos grupa A), a unor anumite funcţii nedefinite ale argumentelor, de exemplu conjuncţia („x_1 *şi* x_2", simbolizată aici prin „x_1x_2") şi negaţia („*non*-x_1" simbolizată prin „$\bar{x}_1$"). În felul acesta putem exprima „x_1 şi *non*-x_1" prin „$x_1\bar{x}_1$", iar negaţia acestei expresii prin „$\overline{x_1\bar{x}_1}$". (Dacă optăm, de exemplu, pentru (3), adică pentru interpretarea logică, atunci „$x_1\bar{x}_1$" reprezintă numele enunţului care este conjuncţia enunţului numit „x_1" şi a negaţiei sale.)

Dacă admitem că regulile de substituţie au fost formulate în mod adecvat, poate fi demonstrat pentru orice x_1,x_2, şi x_3:

$$p(x_1,\overline{x_2\bar{x}_2}) = p(x_1,\overline{x_3\bar{x}_3})$$

Prin urmare valoarea lui $p(x_1\overline{x_2\bar{x}_2})$ depinde numai de *o* variabilă reală x_1. Aceasta justifică[5] următoarea definiţie explicită a unui nou functor monadic „$pa(x_1)$", pe care l-aş putea numi „probabilitate *absolută*":

$$pa(x_1) = p(x_1\overline{x_2\bar{x}_2}) \qquad \text{Df. 1.}$$

(Un exemplu pentru o interpretare a lui „$pa\ (x_1)$" în sensul lui (3), adică al interpretării logice, îl constituie conceptul de „probabilitate logică" aşa cum l-am utilizat într-o lucrare precedentă[6].)

---

[2] Vezi, de exemplu, LEVY-ROTH, *Elements of Probability*, p. 17, 1936.

[3] Vezi POPPER, *Logik der Forschung*, 1935, p. 94–153 (capitolul VIII).

[4] Vezi KEYNES, *A Treatise on Probability*, 1921; un sistem mai satisfăcător a fost elaborat recent de MAZURKIEWICZ, „*C. R. Soc. d. Sc. et de L.*", Varşovia, *25*, Cl. III, 1932; vezi şi TARSKI, *op. cit.*

[5] Vezi CARNAP, *op. cit.*, 24.* Ar fi fost mai simplu să se scrie Df_1 (fără „justificare") după cum urmează: $pa(x_1)=p(x_1, \overline{x_1\bar{x}_1})$.

[6] Vezi POPPER, *op. cit.*, p. 71 şi 151 (paragrafele 34 şi 72 din acest volum).

Acum întreaga construcţie poate fi începută de la capătul celălalt: în loc să introducem „$p(x_1, x_2)$" ca functor primitiv al unui sistem de axiome s_1, şi să definim explicit „$pa(x_1)$", putem construi un alt sistem de axiome s_2, în care „$pa(x_1)$" apare ca functor primitiv (nedefinit) şi putem trece apoi la definirea explicită a lui „$p(x_1,x_2)$" cu ajutorul lui „$pa(x_1)$" după cum urmează:

$$p(x_1,x_2)=\frac{pa\,(x_1x_2)}{pa\,(x_2)}. \qquad \text{Df. 2.}$$

Formulele adoptate în s_1 ca axiome (precum şi Df. 1) devin acum teoreme ale lui s_2, adică ele pot fi deduse cu ajutorul noului sistem de axiome s_2.

Se poate arăta că cele două metode descrise — alegerea lui s_1 şi Df. 1, sau a lui s_2 şi Df. 2 — nu sînt egal de convenabile din punct de vedere al axiomaticii formale. A doua metodă este superioară primeia în anumite privinţe, şi în special datorită posibilităţii de a formula în s_2 o axiomă de univocitate care este mult mai puternică decît axioma corespondentă din s_1 (dacă generalitatea lui s_1 nu este restrînsă). Aceasta se datorează faptului că dacă $pa(x_2)=0$, atunci valoarea lui $p(x_1,x_2)$ devine nedeterminată*[2].

Mai jos este dat un sistem de axiome independente s_2 de tipul celui descris mai sus. (Cu ajutorul acestuia se poate construi fără dificultate un sistem s_1). Combinat cu definiţia Df. 2, acesta este suficient pentru deducţia teoriei matematice a probabilităţii. Axiomele pot fi împărţite în două grupe. Grupa A este formată din axiomele pentru operaţiile juncţionale cu argumentul — conjuncţie şi negaţie — şi reprezintă practic o adaptare a sistemului de postulate pentru aşa numita „algebră a logicii"[7]. Grupa B este compusă din axiomele metrice specifice teoriei probabilităţilor. Aceste axiome sînt:

(Aici urma — cu cîteva greşeli de tipar — sistemul complicat de axiome pe care l-am înlocuit între timp cu sistemul mai simplu menţionat anterior.)

Christchurch, Noua Zeelandă, 20 noiembrie 1937.

*[2] Sistemul absolut s_2 prezintă un avantaj faţă de sistemul relativ s_1 numai atît timp cît probabilitatea relativă $p(x, y)$ este considerată a fi nedeterminată dacă $pa(y)=0$. Între timp am dezvoltat un sistem, în care probabilităţile relative sînt determinate şi în cazul cînd $pa(y)=0$. (Vezi anexa *IV.) Iată de ce consider acum că sistemul relativ este superior sistemului absolut. (Doresc să mai spun că eu consider termenul englez de „axiom of uniqueness" redat aici prin „axiomă de unicitate" ca fiind ales greşit. Cred că m-am gîndit la ceva asemănător definiţiei D1 din anexa *V.)

[7] Vezi HUNTINGTON, „*Trans. Amer. Mathem. Soc.*", *5*, 1904, p. 292 şi WHITEHEAD — RUSSEL, *Principia Mathematica I*, unde cele cinci propoziţii 22.51, 22.52, 22.68, 24.26, 24.1 corespund celor cinci axiome din grupa A.

Anexa *III. *Despre utilizarea euristică a definiției clasice a probabilității, îndeosebi în scopul derivării teoremei generale a multiplicării*

Definiția clasică a probabilității ca fiind numărul de cazuri favorabile împărțit la numărul de cazuri egal posibile prezintă o valoare euristică considerabilă. Principalul ei neajuns constă însă în aceea că această definiție este aplicabilă de pildă jocurilor de noroc cu zaruri simetrice sau omogene, dar nu și celor cu zaruri falsificate. Altfel spus, ea nu ia în considerație *ponderea inegală a cazurilor posibile.* În unele cazuri speciale pot fi găsite însă căi și mijloace pentru depășirea acestei dificultăți, și tocmai în aceste cazuri vechea definiție își demonstrează valoarea euristică: orice definiție potrivită va trebui să fie în concordanță cu vechea definiție, acolo unde poate fi depășită dificultatea atribuirii ponderii și cu atît mai mult în acele cazuri în care poate fi aplicată vechea definiție.

(1) Definiția clasică va fi aplicabilă la toate cazurile în care putem presupune că avem de-a face cu ponderi sau posibilități egale și prin urmare cu probabilități egale.

(2) Ea va fi aplicabilă la toate cazurile în care putem transforma problema noastră astfel încît să obținem ponderi sau posibilități sau probabilități egale.

(3) Cu cîteva modificări, ea va fi totdeauna aplicabilă atunci cînd putem atribui diverselor probabilități o pondere.

(4) Ea va fi aplicabilă sau va avea o valoare euristică pentru cele mai multe cazuri în care o estimare foarte simplificată care operează cu posibilități egale duce la o soluție care tinde nelimitat spre probabilitățile 0 și 1.

(5) Ea va avea o valoare euristică deosebită în cazurile în care pot fi introduse ponderi sub forma probabilităților. Să luăm, de exemplu, următoarea problemă foarte simplă: trebuie să calculăm probabilitatea unei aruncări cu zarul, care să dea un număr par, dacă aruncările care dau numărul șase *nu sînt numărate, ci socotite ca „nefiind o aruncare cu zarul"*. Definiția clasică duce, desigur, la probabilitatea 2/5. Putem presupune acum că zarul este falsificat și că probabilitățile (inegale) $p(1)$, $p(2)...p(6)$ ale laturilor sale sînt date. Și în acest caz mai putem încă calcula probabilitatea cerută; ea va fi egală cu

$$\frac{p(2)+p(4)}{p(1)+p(2)+p(3)+p(4)+p(5)}=\frac{p(2)+p(4)}{1-p(6)}$$

Aceasta înseamnă că putem modifica definiția clasică în așa fel, încît ea să ofere următoarea regulă simplă și pentru probabilități *neegale*:

Dacă sînt date probabilitățile tuturor cazurilor posibile (și care se exclud reciproc), atunci probabilitatea căutată este suma tuturor cazurilor (reciproc exclusive) favorabile împărțită la suma probabilităților tuturor cazurilor posibile (și care se exclud reciproc).

Desigur că această regulă poate fi formulată şi în aşa fel încît să fie valabilă pentru cazurile care fie că se exclud, fie că nu se exclud reciproc, după cum urmează:

Probabilitatea căutată este totdeauna egală cu probabilitatea disjuncţiei tuturor cazurilor favorabile (care se exclud reciproc sau nu) împărţită la probabilitatea disjuncţiei tuturor cazurilor posibile (care se exclud reciproc sau nu).

(6) Aceste reguli pot fi utilizate pentru deducerea euristică a definiţiei probabilităţii relative sau pentru deducerea teoremei generale a multiplicării.

Căci dacă simbolizăm în exemplul de mai sus „par" prin „a" şi „altul decît şase" prin „b", atunci problema noastră de a determina probabilitatea unei aruncări pare, dacă excludem aruncările care dau numărul şase, este evident identică cu problema de a determina $p(a,b)$, adică de a afla probabilitatea lui a cînd b este dat, sau probabilitatea de a găsi un a printre b-uri.

Calculul poate fi făcut atunci în modul următor. În loc să scriem „$p(2)+$ $+p(4)$" putem scrie mai general „$p(ab)$", adică probabilitatea unei aruncări pare, alta decît şase. Şi în loc să scriem „$p(1)+p(2)+\ldots+p(5)$" sau — ceea ce este acelaşi lucru — „$1-p(6)$", putem scrie „$p(b)$", adică probabilitatea aruncării unui număr, altul decît şase. Este evident că aceste calcule sînt foarte generale, şi presupunînd că $p(b)\neq 0$, ajungem la formula:

(1) $$p(a,b)=p(ab)/p(b)$$

sau la formula

(2) $$p(ab)=p(a,b)p(b)$$

care este mai generală, pentru că rămîne cu sens chiar dacă $p(b)=0$.
Formula (1) poate fi considerată ca *definiţia probabilităţii relative.*
Formula (2) reprezintă *teorema generală a multiplicării* pentru probabilitatea absolută a unui produs ab.

Substituind „bc" pentru „b" rezultă din (2)[1]:

$$p(abc)=p(a,bc)p(bc)$$

de unde, aplicînd (2) la $p(bc)$:

$$p(abc)=p(a,bc)p(b,c)p(c)$$

sau, presupunînd că $p(c)\neq 0$,

$$p(abc)/p(c)=p(a,bc)p(b,c).$$

Ţinînd seama de (1), aceasta este acelaşi lucru cu

(3) $$p(ab,c)=p(a,bc)p(b,c)$$

Aceasta este teorema generală a multiplicării pentru probabilitatea *relativă* a produsului ab.

---

[1] Am omis parantezele înainte şi după „bc" pentru că mă interesează aici nu problemele formale, ci cele euristice şi pentru că problema legii asociative va fi discutată în detaliu în următoarele două anexe.

(7) Derivarea schiţată aici poate fi uşor formalizată. Demonstraţia formalizată va trebui să pornească de la un sistem de axiome şi nu de la o definiţie. Aceasta este o consecinţă a faptului că utilizarea noastră euristică a definiţiei clasice constă în introducerea unor posibilităţi ponderate — ceea ce echivalează practic cu probabilităţi — în ceea ce a fost clasicul *definiens*. Rezultatul acestei metode nu mai poate fi considerat *stricto sensu* ca o definiţie; această metodă mai degrabă stabileşte *relaţii între diferitele probabilităţi*, ducînd astfel la construcţia unui sistem de axiome. Dacă vrem să formalizăm derivarea noastră — care implicit utilizează legea asociativă şi legea adunării — atunci trebuie să introducem în sistemul nostru de axiome reguli pentru aceste operaţii. Un exemplu în acest sens îl constituie sistemul nostru de axiome pentru probabilităţi absolute, descris în anexa *II.

Dacă formalizăm astfel derivarea lui (3), obţinem (3) în cel mai fericit caz numai sub formă condiţională, adică: „cu condiţia ca $p(bc) \neq 0$", aşa cum rezultă din derivarea noastră euristică.

Însă (3) poate avea sens şi fără această condiţie, dacă reuşim să construim un sistem de axiome în care $p(a,b)$ să aibă în general sens, chiar dacă $p(b)=0$. Este clar că nu putem deriva în cadrul unei astfel de teorii formula (3) în modul schiţat aici; putem în schimb adopta însăşi (3) ca axiomă şi să considerăm prezenta derivare (vezi de asemenea formula (1) din vechea anexă II) ca o justificare euristică pentru introducerea acestei axiome. În acest fel se ajunge la sistemul descris în anexa următoare (anexa *IV).

Anexa *IV. *Teoria formală a probabilității*

Ținînd seama de faptul că un enunț de probabilitate ca de exemplu „$p(a,b)=r$" poate fi interpretat în diferite feluri, mi s-a părut oportun să construiesc un sistem pur „formal" (sau „abstract" sau „autonom") care să fie astfel conceput, încît „elementele" sale (reprezentate prin „a", „b", ...) să poată fi în mai multe feluri interpretate, astfel încît să nu fim legați de nici una din aceste interpretări în parte. Am propus un asemenea sistem formal de axiome pentru prima dată în 1938 într-o lucrare (retipărită aici în anexa *II) apărută în *Mind*. De atunci am construit o serie de sisteme simplificate[1].

Există trei caracteristici principale care deosebesc o asemenea teorie de celelalte. (I) Ea este *formală*, adică ea nu presupune nici o interpretare particulară, deși permite cel puțin toate interpretările cunoscute. (II) Ea este *autonomă*, adică ea se conduce după principiul că concluzii de probabilitate pot fi deduse numai din premise de probabilitate; cu alte cuvinte, se conduce după principiul conform căruia calculul probabilităților este o metodă de transformare a probabilităților în alte probabilități. (III) Ea este *simetrică*, adică este astfel concepută, încît în toate cazurile în care există o probabilitate $p(b,a)$ — adică o probabilitate a lui b în raport cu a — există și o probabilitate $p(b,a)$, chiar și atunci cînd probabilitatea absolută a lui b — deci $p(b)$ — este egală cu 0, adică chiar dacă $p(b)=p(b,\overline{a\bar{a}})=0$.

Dacă se face abstracție de propriile mele încercări în acest domeniu, se pare, ceea ce este destul de straniu, că pînă în prezent nu a existat o asemenea teorie. Diferiți alți autori — de exemplu Kolmogorov — au avut intenția să

[1] În: „*Brit. Journ. Phil. of Science*", *6*, 1955, p. 53, 57 și urm., și în prima notă la anexa lucrării mele *Philosophy of Science: A Personal Report*, în *British Philosophy in the Mid-Century*, ed. de C. A. Mace, 1956.

De remarcat că sistemele discutate aici sînt „formale" sau „abstracte" sau „autonome" în sensul arătat, însă că o „formalizare" completă ar face necesară includerea sistemului nostru într-un formalism matematic. („Algebra elementară" a lui Tarski ar fi suficientă.)

Poate apărea întrebarea, dacă pentru un sistem compus de exemplu din algebra elementară a lui Tarski și sistemul de formule A, B și C de mai jos poate exista o procedură de decizie. Răspunsul este: nu. Căci la sistemul nostru se pot adăuga formule care arată cîte elemente a, b... există în S. Astfel, avem o teoremă în sistemul nostru:

Există în S un element a, astfel încît $p(a,\bar{a})\neq p(\bar{a},a)$.

Putem adăuga acum formula:

(0). Pentru fiecare element a din S este valabil $p(a,\bar{a})\neq p(\bar{a},a)$.

Dacă însă adăugăm această formulă la sistemul nostru, se poate demonstra că în S *există exact două* elemente. Exemplele prin care demonstrăm mai jos consistența axiomelor noastre arată însă că în S pot să existe oricîte elemente. Aceasta însă arată că (0) și toate formulele similare care determină numărul de elemente în S nu pot fi derivate; însă nici negațiile acestor formule nu pot fi derivate. De aceea sistemul nostru este incomplet.

elaboreze o teorie „formală" sau „abstractă", însă în cursul construirii acesteia au presupus întotdeauna o *interpretare* mai mult sau mai puţin specifică. Ei au presupus de exemplu că într-o ecuaţie de genul

$$p(a,b)=r$$

„elementele" *a* şi *b* sînt *enunţuri*, sau sisteme *deductive de enunţuri*; sau că ele sînt *mulţimi*, sau *proprietăţi*, sau *clase* (totalităţi) de lucruri.

Kolmogorov scrie[2]: „Teoria probabilităţilor ca disciplină matematică trebuie şi poate fi axiomatizată în acelaşi mod ca şi geometria sau algebra"; şi el se referă la „introducerea conceptelor geometrice fundamentale" în *Bazele geometriei* a lui Hilbert şi la sisteme abstracte similare.

Şi totuşi Kolmogorov presupune că în formula „$p(a,b)$" — eu folosesc simbolurile mele, şi nu pe ale sale — *a* şi *b* sînt *mulţimi*, el excluzînd astfel, printre altele, interpretarea logică conform căreia *a* şi *b* sînt enunţuri (sau, dacă vrem, „propoziţii"). El afirmă corect că „n-are nici o importanţă ce reprezintă elementele acestor mulţimi"; însă această observaţie nu este suficientă pentru stabilirea caracterului formal al teoriei, către care el tinde, deoarece în unele interpretări, *a* şi *b nu au nici elemente*, nici altceva ce ar corespunde acestor elemente.

Toate acestea au consecinţe grave asupra construcţiei sistemului de axiome.

Cine interpretează elementele *a* şi *b* ca enunţuri sau propoziţii, presupune, desigur, că calculul care reglementează combinarea enunţurilor (calculul propoziţional) este valabil pentru aceste elemente. În mod similar, Kolmogorov presupune că pentru elementele sale sînt valabile operaţiile de adunare, înmulţire şi complementare de *mulţimi*, din moment ce el interpretează aceste elemente ca mulţimi.

Mai concret, se presupune totdeauna (şi adesea în mod tacit) că legi algebrice cum ar fi legea asociativă

(a) $$(ab)c=a(bc)$$

sau legea comutativă

(b) $$ab=ba$$

sau cea de idempotenţă („legea booleeană")

(c) $$a=aa$$

sînt valabile pentru elementele sistemului, adică pentru argumentele funcţiei $p(.., ..)$.

După acceptarea tacită sau explicită a acestei presupuneri, se stabileşte un număr de axiome sau postulate pentru probabilitatea relativă

$$p(a,b),$$

adică pentru probabilitatea lui *a*, dată fiind informaţia *b*; sau pentru probabilitatea absolută

$$p(a),$$

---

[2] Toate citatele sînt date după A. KOLMOGOROV, *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung*, Berlin, 1933.

adică pentru probabilitatea lui a, dacă nu sînt date nici un fel de informaţii sau sînt date numai informaţii tautologice.

Această procedură ascunde însă faptul surprinzător şi deosebit de important, că axiomele sau postulatele adoptate pentru probabilitatea relativă $p(a,b)$ *garantează* ele singure *valabilitatea tuturor legilor din algebra booleeană pentru elemente.* De exemplu, o formă a legii asociative decurge din următoarele două formule (cf. anexa precedentă *III):

(d) $$p(ab)=p(a,b)p(b)$$

(e) $$p(ab,c)=p(a,bc)p(b,c);$$

prima din ele (d) oferind şi un fel de definiţie a probabilităţii relative pe baza probabilităţii absolute:

(d′) Dacă $p(b)\neq 0$, atunci $p(a,b)=p(ab)/p(b)$;

în timp ce a doua, formula corespondentă pentru probabilitatea relativă, este binecunoscută ca „teoremă generală a multiplicării".

Din aceste două formule, (d) şi (e), decurge fără nici o altă supoziţie (exceptînd substituibilitatea *probabilităţilor* egale) următoarea formă a legii asociative

(f) $$p((ab)c)=p(a(bc)).$$

Însă acest fapt interesant[3] rămîne neobservat dacă *presupunînd* identitatea algebrică (a) — legea asociativă — introducem (f) înainte de a fi început măcar dezvoltarea calculului probabilităţilor; căci din

(a) $$(ab)c=a(bc)$$

obţinem (f) prin simplă substituţie în identitatea

$$p(x)=p(x)$$

Astfel derivabilitatea lui (f) din (d) şi (e) rămîne neobservată. Cu alte cuvinte, se trece cu vederea că supoziţia (a) este complet inutilă, dacă operăm cu un sistem de axiome care conţine sau implică (d) şi (e), şi că prin adăugarea lui (a) la (d) şi (e) ne lipsim de posibilitatea să descoperim ce fel *de relaţii implică axiomele sau postulatele noastre.* Or, această descoperire reprezintă unul din scopurile esenţiale ale metodei axiomatice.

Ca urmare, nu s-a observat nici că (d) şi (e), deşi implică (f), adică o ecuaţie formulată în termenii probabilităţii *absolute*, nu sînt suficiente singure pentru derivarea lui (g) şi (h), acestea fiind ecuaţiile corespondente formulate cu ajutorul probabilităţii *relative*:

(g) $$p((ab)c,d)=p(a(bc),d)$$

(h) $$p(a,(bc)d)=p(a,b(cd)).$$

---

[3] Derivarea este următoarea:

(1)	$p((ab)c)=p(ab,c)p(c)$	d
(2)	$p((ab)c)=p(a,bc)p(b,c)p(c)$	1,e
(3)	$p(a(bc))=p(a,bc)p(bc)$	d
(4)	$p(a(bc))=p(a,bc)p(b,c)p(c)$	3,d
(5)	$p((ab)c)=p(a(bc))$	2,4

Pentru a deriva aceste formule (vezi anexa *V, (41) pînă la (62)) este însă necesar mult mai mult decît (d) şi (e), ceea ce este deosebit de interesant din punct de vedere axiomatic.

Am dat acest exemplu pentru a arăta că Kolmogorov nu-şi realizează programul propus. Acelaşi lucru este valabil şi pentru toate celelalte sisteme pe care le cunosc. În sistemele mele de postulate pentru probabilităţi toate teoremele din algebra booleeană pot fi deduse, şi algebra booleeană, la rîndul ei, poate fi interpretată în multe feluri: ca algebră a mulţimilor, sau a predicatelor, sau a enunţurilor (propoziţiilor) etc.

Un alt punct de o importanţă deosebită îl constituie problema „simetrici" sistemului. După cum s-a amintit şi mai sus, (d') face posibilă o definire a probabilităţii relative cu ajutorul probabilităţii absolute:

(d') dacă $p(b) \neq 0$, atunci $p(a,b) = p(ab)/p(b)$

Antecedentul „dacă $p(b) \neq 0$" este aici inevitabil, deoarece împărţirea la 0 *nu este o operaţie definită*. Prin urmare, majoritatea formulelor despre probabilitatea relativă pot fi asertate, în sistemele uzuale, numai *sub formă condiţională*, cum e şi cazul lui (d'). De exemplu, în cele mai multe sisteme, (g) nu este valabil şi trebuie înlocuit, de aceea, prin formula condiţională (g−) mult mai slabă:

(g−) dacă $p(d) \neq 0$, atunci $p((ab)c,d) = p(a(bc),d)$;

şi o condiţie analogă ar trebui pusă înaintea lui (*h*).

Această chestiune a fost omisă de unii autori (de exemplu de Jeffreys şi şi G.H. von Wright; ultimul foloseşte condiţii care converg spre $b \neq 0$, însă aceasta nu asigură $p(b) \neq 0$, din moment ce sistemul său conţine o „axiomă de continuitate"). De aceea sistemele acestor autori sînt în forma lor existentă contradictorii, deşi li se pot aduce cîteodată îmbunătăţiri. (De la apariţia acestui volum în limba engleză, Jeffreys a adus parţial corectura necesară, cf. şi nota 3 din anexa *V.) Alţi autori au observat această situaţie şi au luat-o în considerare. În consecinţă, sistemele lor sînt însă (cel puţin în comparaţie cu sistemul meu) foarte slabe din punct de vedere logic: în sistemele lor se poate întîmpla ca

$$p(a,b) = r$$

să fie o formulă cu sens, pe cînd în acelaşi timp şi pentru aceleaşi elemente

$$p(b,a) = r$$

să fie fără sens, adică să nu fie definită conform regulilor şi nici măcar să nu poată fi definită, deoarece $p(a) = 0$.

Un asemenea sistem nu este numai slab, dar şi *inadecvat* multor scopuri interesante: de exemplu, el nu poate fi aplicat corect la enunţuri a căror probabilitate absolută este zero, deşi această aplicaţie este foarte importantă: legile universale au, de exemplu, aşa cum putem presupune aici cu titlu provizoriu (cf. anexele *VII şi *VIII) probabilitatea zero. Dacă considerăm două teorii universale *s* şi *t* astfel concepute încît *s* este deductibilă din *t*, atunci am afirma că

$$p(s,t) = 1$$

Dacă însă $p(t)=0$, atunci nu putem afirma aceasta în sistemele uzuale de teoria probabilităţii. Din motive similare, expresia

$$p(e,t),$$

unde e reprezintă informaţiile în favoarea lui t, poate fi nedefinită. Această expresie este însă foarte importantă. (Aici este vorba de noţiunea lui Fisher de „likelihood", adică de „plauzibilitatea" relativă a lui t pe baza evidenţei date e; vezi de asemenea anexa *IX.)

Există deci un calcul de probabilitate în care să putem opera cu argumente avînd probabilitatea absolută zero. Un astfel de calcul este, de exemplu, indispensabil pentru orice discuţie serioasă a teoriei coroborării.

De aceea am încercat ani de-a rîndul să construiesc un calcul pentru probabilitatea relativă, în care, întotdeauna cînd

$$p(a,b)=r$$

este o formulă cu sens (o formulă „bine formată"), adică adevărată sau falsă, şi

$$p(b,a)=r$$

să fie o formulă cu sens, chiar dacă $p(a)=0$. Un asemenea sistem poate fi numit „simetric". Primul sistem de acest gen l-am publicat în anul 1955[4]. Acest sistem simetric s-a dovedit a fi mult mai simplu decît mă aşteptam. Pe atunci însă mă preocupau încă particularităţile pe care trebuie să le posede fiecare sistem de acest gen. Mă refer la fapte, cum ar fi următoarele: în orice sistem simetric satisfăcător sînt adevărate reguli precum:

$$p(a,b\bar{b})=1$$

Dacă $p(\bar{b},b)\neq 0$, atunci $p(a,b)=1$

Dacă $p(a,\bar{a}b)\neq 0$, atunci $p(a,b)=1$

În sistemele uzuale, aceste formule sînt fie neadevărate, fie (cum este cazul celei de-a doua şi de-a treia formule) satisfăcute în vid („leererfüllt"), adică adevărate, numai datorită nevalidităţii enunţului anterior, deoarece ele presupun argumente de gradul doi cu probabilitatea absolută zero. De aceea credeam pe atunci că asemenea formule ar trebui să apară în axiomele mele. După cum am constatat însă ulterior, sistemul meu axiomatic a putut fi simplificat şi simplificîndu-l, am descoperit că toate aceste formule neuzuale pot fi derivate din formule de o formă absolut „normală". Sistemul simplificat astfel rezultat l-am publicat pentru prima dată în comunicarea mea *Philosophy of Science: A Personal Report*[5]. Este vorba de acelaşi sistem compus din şase axiome care este prezentat detaliat în această anexă.

Sistemul este surprinzător de simplu şi intuitiv, iar puterea sa logică depăşeşte cu mult celelalte sisteme, ceea ce nu se datoreşte decît faptului că în toate formulele, cu excepţia unei singure (axioma C), am omis orice condiţie

[4] În „*British Journal for the Philosophy of Science*", *6*, 1955, p. 56 şi urm.

[5] În *British Philosophy in the Mid-Century*, ed. de C. A. Mace, 1956, p. 191. Cele şase axiome date acolo sînt B1, C, B2, A3, A2 şi A1 din prezenta anexă, ele fiind numerotate în lucrarea menţionată cu B1, B2, B3, C1, D1 şi E1.

de genul „dacă $p(b) \neq 0$, atunci...". (În sistemele uzuale aceste condiţii fie că apar, fie că ar trebui să apară, pentru a se evita apariţia contradicţiilor.)

Aş dori să explic mai întîi în această anexă sistemul axiomatic, să demonstrez consistenţa şi independenţa acestuia, şi apoi să dezvolt unele definiţii care se bazează pe acest sistem, printre care şi cea a unui cîmp de probabilitate Borel.

Mai întîi sistemul de axiome însuşi.

Patru *concepte nedefinite* apar în postulatele noastre: (I) S ca domeniu al discursului sau sistem al elementelor admisibile; *elementele* lui S sînt notate cu litere mici tipărite cursiv („a", „b", „c",... etc.); (II) o funcţie numerică binară a acestor elemente, notată cu „$p(a,b)$", adică probabilitatea lui a în raport cu b; (III) o operaţie binară asupra acestor elemente, notată cu „ab" şi numită *produsul* (sau conjuncţia) lui a şi b; (IV) complementul elementului a, notat cu „$\bar{a}$".

Acestor patru concepte nedefinite li se poate adăuga un al cincilea concept, care poate fi considerat, în funcţie de dorinţa noastră, ca fiind nedefinit sau definit. Este vorba de „$p(a)$", adică de „probabilitatea absolută a lui a".

Fiecare din aceste concepte nedefinite este introdus printr-un *postulat*. Pentru o înţelegere intuitivă a acestor postulate este recomandabil să ne reamintim că pentru toate elementele a şi b ale lui S este adevărată formula $p(a,a)=1=p(b,b)$, aşa cum se demonstrează în anexa *V, formula 23.

Postulatul 1. Numărul elementelor în S este cel mult numărabil infinit.

Postulatul 2. Dacă a şi b sînt în S, atunci $p(a,b)$ este un număr real şi sînt adevărate următoarele axiome:

A1 Există elemente a şi b în S, astfel încît $p(a,a) \neq p(a,b)$ (existenţă)

A2 Dacă $p(a,b)=p(a,c)$, atunci există în S un asemenea d, încît $p(b,d) \neq p(c,d)$[5a] (substituibilitate)

A3 $p(a,a)=p(b,b)$ (reflexivitate)

Postulatul 3. Dacă a şi b sînt în S, atunci şi ab este în S, şi dacă totodată c este în S (şi prin urmare şi bc), atunci sînt adevărate următoarele axiome:

B1 $p(ab,c) \leqslant p(a,c)$ (monotonie)

B2 $p(ab,c)=p(a,bc)p(b,c)$ (multiplicare)

Postulatul 4. Dacă a este în S, atunci $\bar{a}$ este în S şi dacă totodată b este în S, atunci este adevărată următoarea axiomă:

C1 $p(a,b)+p(\bar{a},b)=p(b,b)$, exceptînd cazul că este adevărat $p(b,b)=p(c,b)$ pentru orice c din S. (complementaritate)

Astfel sistemul „elementar" este încheiat („elementar" în opoziţie cu extinderea sa asupra cîmpurilor Borel). După cum s-a mai spus, putem adăuga aici

---

[5a] În ediţiile precedente am scris A2 într-o altă formă, însă elementar echivalentă; vezi nota de la p. 332.

definiţia probabilităţii absolute ca al cincilea postulat, numit „postulatul AP". Dacă vrem, putem considera această formulă ca o difiniţie explicită şi nu ca un postulat[6].

Postulatul AP. Dacă a şi b sînt în S şi dacă $p(b,c) \geqslant p(c,b)$ pentru fiecare c în S, atunci $p(a)=p(a,b)$. (Definiţia probabilităţii absolute.)

Voi arăta mai jos că sistemul menţionat aici, format din cinci postulate şi şase axiome, este *consistent* şi *independent*.

Aici trebuie făcute unele consideraţii generale despre acest sistem de postulate elementare.

În afară de enunţurile existenţiale ale *postulatelor*, acest sistem include şase *axiome* — A1, A2, A3, B1, B2, C1. Tocmai aceste şase axiome prezintă importanţă pentru discuţia de faţă, căci ele pot fi modificate şi combinate în diferite moduri. În realizarea deducţiilor teoremelor se face totodată referire expresă la aceste axiome. (Vezi anexa *V.) Restul părţilor (existenţiale) din postulate pot fi implicit considerate ca recunoscute (ca în lucrările menţionate în ota 1 din această anexă). Pentru o mai bună înţelegere a celor expuse aici i mai jos se recomandă consultarea deducţiilor din anexa *V, menite să familiarizeze cititorul şi cu funcţionarea efectivă a acestui sistem.

După cum reiese şi dintr-o primă vedere, acest sistem de şase axiome este independent de algebra booleeană, anume în sensul că, evident, nici una din aceste axiome nu poate fi dedusă din indentităţi booleene[7].

---

[6] AP se bazează pe $p(b)=1 \rightarrow p(a, b)=p(a)$; vezi şi (7) din nota 8 a acestei anexe.

[7] O alternativă a acestui sistem de axiome se obţine împărţind axioma de monotonie B1 în două axiome pe care le notez cu A4′ şi B1′:

A4′ $p(a,b) \geqslant 0$

B1′ Dacă $p(ab,c) \leqslant p(a,c)$, atunci $p(ab,c) \leqslant p(b,c)$

Postulatele şi celelalte axiome pot rămîne nemodificate; putem însă înlocui şi A3 sau C1 sau ambele prin următoarele două axiome A3′ şi C1′:

A3′ $p(a,a) \neq 1$

C1′ Dacă $p(a,b) \neq 1$, atunci $p(c, b)+p(\bar{c}, b)=1$

În acest context, împărţirea lui B1 în A4′ şi B1′ prezintă un oarecare interes, deoarece B1 nu este independent nici intuitiv, nici în contextul sistemului legii booleene a comutaţiei (b):

(b) $ab=ba$

Căci chiar dacă (b) nu implică nemijlocit pe B1, acest lucru este totuşi valabil dacă sînt adevărate celelalte axiome. Aceasta se datoreşte faptului că în cazul valabilităţii acestor axiome nu este necesară întreaga forţă logică a lui B1′, ci numai corolarul său

B1″ Dacă $p(ab, c) \leqslant p(a, c)$ pentru fiecare a, b şi c, atunci $p(ab,c) \leqslant p(b, c)$ care prin substituţie urmează nemijlocit din (b).

Dacă înlocuim A3 şi C1 prin A3′ şi C1′, atunci sistemul nostru seamănă mai mult cu sistemele uzuale; prin aceasta el capătă în mod inutil o forţă prea mare şi rămîne totuşi ascuns faptul că A3′ şi C1′ pot fi derivate într-un sistem care nu se referă în mod *explicit* la numere constante ca 1 sau 0. (Pentru derivarea lui A3′ şi C1′ vezi anexa *V, formula 23.)

Atît în cadrul sistemului descris aici cît şi în cel al sistemului dat în text, conjuncţia axiomelor A4′ şi B1′ poate fi înlocuită prin B1 şi invers. Demonstraţiile mele date mai jos privind independenţa sînt aplicabile şi la sistemul descris aici.

Derivarea lui B1 din A4′ şi B1′ în prezenţa axiomelor A3 sau A3′, C sau C1′ şi B2 se desfăşoară după cum urmează:

(1) $0 \leqslant p(a, b) \leqslant p(a, a)$	A4′, C1 sau C1′, A3 sau A3′
(2) $p(a, a) \geqslant p((aa)a, a)=p(aa, aa)\ p(a, a)=p(a, a)^2$	1, A3, B2, A3 sau A3′
(3) $0 \leqslant p(a, b) \leqslant p(a, a) \leqslant 1$	1,2
(4) $p(ba, c) \leqslant p(a, c)$	B2,3

Aplicăm acum B1′ (în una din cele două forme ale sale):

(5) $p(ab, c) \leqslant p(a, c)$	4,B1′

Pentru derivarea lui A4′ şi B1′ din B1, vezi anexa *V.

Sistemul este însă independent de algebra booleeană într-un sens mult mai tare, ce va fi notat cu termenul „autonom independent". Acest fapt poate fi astfel evidențiat: nici una din axiome nu este derivabilă din celelalte axiome, și anume nici chiar dacă li se adaugă toate legile algebrei booleene și formula (*) (vezi mai jos p. 338, *D*1):

(*) $a=b$, dacă și numai dacă $p(a,c)+p(b,c)$ pentru orice c din S, „$a=b$" fiind expresia identității booleene sau a echivalenței booleene a celor două elemente a și b.

Scopul urmărit prin formula (*) sau formula mai slabă

(*⁻) Dacă $a=b$, atunci $p(a,c)=p(b,c)$

în acest context, este, de a ne permite ca în cadrul *primului argument* al fiecărei expresii p (,) să înlocuim orice nume de element printr-un alt nume de element, cu condiția ca ambele nume să desemneze același element booleean. Astfel (*) sau (*⁻) permite derivarea unui număr mare de ecuații între expresii p (,) și transformări ale acestor ecuații.

În cazul independenței autonome este vorba, în esență, de faptul că orice axiomă a sistemului este independentă nu numai de totalitatea celorlalte axiome, dar și de această totalitate, *întărită* prin toate acele ecuații și transformări, la care duce algebra booleeană împreună cu (*) sau cu (*⁻).

Așadar, importanța independenței autonome rezidă în următoarele. Dacă un sistem este autonom independent, putem fi siguri că orice axiomă aduce o contribuție importantă nu numai la teoria *metricii* probabilității, dar și la regulile algebrei booleene, a căror validitate pentru elementele sistemului se dovedește a fi *demonstrabilă*, cu condiția, însă, ca *toate* axiomele să fie date.

Aș dori să fac acum unele observații referitoare la fiecare postulat și axiomă în parte.

Postulatul 1 (care aparține doar teoriei *elementare*) poate fi omis. Aceasta rezultă din faptul că pentru a demonstra independența sa, putem construi un sistem S nenumărabil. (Toate celelalte postulate sînt satisfăcute, dacă interpretăm S ca fiind mulțimea tuturor sumelor finite de subintervale semideschise $[x, y)$ ale intervalului unitar $[0,1)$, unde x și y trebuie considerate nu ca numere raționale, ci ca numere reale; putem apoi interpreta $p(a)$ ca lungime a acestor intervale și considera $p(a,b)$ ca fiind egal cu $p(ab)/p(a)$, cu condiția ca $p(b)\neq 0$ și egal cu 1 dacă $b=0$; sau ca lim $p(ab)/p(b)$, cu condiția însă, că există o astfel de limită și numai una.) Postulatul 1 urmărește, deci, numai să caracterizeze sistemele *elementare*: un asemenea postulat este deseori presupus într-o tratare axiomatică a algebrei booleene sau a logicii enunțurilor sau propozițiilor; și dorim să putem arăta ulterior că, în teoria *elementară*, S reprezintă o algebră booleeană (numărabilă). (Un alt exemplu este oferit în anexa *VI, punctul 15.)

În postulatul 2, A1 este necesar pentru a asigura că *nu toate probabilitățile sînt egale* (mai precis, că nu sînt egale cu 0 sau cu 1). Condiția existenței unor elemente cu probabilități inegale poate fi formulată în multiple feluri. În legătură cu aceasta trebuie menționat că înlocuirea axiomei condiționale C1 prin echivalența corespunzătoare ar implica cerința ca nu toate probabilitățile să fie egale cu zero. În acest caz am putea slăbi A1 și am putea-o înlocui prin formula

A1⁻. Dacă $p(c,d)=p(d,c)$ pentru fiecare c și d în S, atunci $p(a,b)=0$

care (prin *modus tollens*) ne dă aserțiunea existențială derivată.

Scopul esenţial al lui A2 constă în aceea, de a ne permite de a transpune echivalentele booleene, dacă acestea sînt demonstrate pentru primul argument al lui p (,), în cel de-al doilea argument. Putem, de exemplu, demonstra legea comutării şi fără A2, în următoarea formă:

$$p(ab,c)=p(ba,c).$$

Aplicînd A2, obţinem apoi imediat

B3 $$p(a,bc)=p(a,cb).$$

Este evident că *în mod condiţional* — de exemplu cu presupoziţia „dacă nici $p(b,c)=0$ şi nici $p(c,b)=0$" — B3 este demonstrabil şi fără A2, însă pentru rezultatul necondiţional este necesar A2 sau vreo altă axiomă echivalentă („echivalentă" în sensul că, admiţînd validitatea celorlalte axiome, aceasta să fie interdeductibilă cu A2).

Rezultă că însăşi B3 este una din aceste formule care pot înlocui pe A2. B3 prezintă însă dezavantajul că presupune elementul produs ab. Un interes deosebit printre aceste formule echivalente îl prezintă următoarea formulă mai puternică A2$^+$ („mai puternică" în sensul că aproape toate celelalte axiome sînt necesare pentru derivarea lui A2$^+$ din A2, în timp ce pentru derivarea lui A2 din A2$^+$ este necesar numai A3; în legătură cu aceasta se presupune că c este în S)[8]:

A2$^+$ Dacă $p(a,a)=p(b,c)=p(c,b)$, atunci $p(a,b)=p(a,c)$.

Este interesant că A2 (sau A2$^+$ etc.) poate fi legat (şi în unele cazuri chiar „organic" în sensul Şcolii de la Varşovia) cu A3 sau B2 sau PA. Legarea lui A2 cu A3 poate fi uşor realizată, scriind A2$^+$ mai întîi astfel:

Dacă $p(a,a)=p(b,c)=p(c,b)$, atunci $p(d,b)=p(d,c)$ pentru fiecare d din S;

---

[8] A2+ este mai puternic decît A2, deoarece în virtutea lui A3 antecedentul lui A2 îl implică pe cel al lui A2+; căci obţinem pe cale pur logico-formală:
(1) $((x)p(b,x)=p(c,x))\to p(b,\ c)=p(c,\ c)\ \&\ p(b,\ b)=p(c,\ b)$ şi, aplicînd A3, obţinem:
(2) $((x)p(b,x)=p(c,x))\to p(a,\ a)=p(b,\ c)=p(c,\ b)$ (1),A3
Cum consecventul lui (2) este identic cu antecedentul lui A2+, obţinem
(3) $((x)p(b,\ x)=p(c,\ x))\to p(a,\ b)=p(a,\ c)$
A2 rezultă de aici prin înlocuirea lui c cu a, a lui x prin c şi a prin d.
Pentru derivarea lui A2+ din A2 ne sînt necesare formulele 64, 63, 27 şi 70 din anexa *V. (Acolo ele sînt derivate fără a fi utilizate A2 sau A2+.)
(4) $p(b,c)=1\to p(\bar{c},\ c)=p(\bar{b},\ c)=p(\overline{ab},\ c)$ 64, 63, 27
(5) $p(b,c)=1\to p(ab,\ c)=p(a,\ c)$ (4),70
(6) $p(b,c)=1\to p(ab,\ c)=p(a,\ bc)$ B2
Împreună cu (5), aceasta ne oferă o formă a principiului redundanţei (7) sau (8):
(7) $p(b,c)=1\to p(a,\ c)=p(a,\ bc)$ (5), (6)
(8) $p(c,b)=1\to p(a,\ b)=p(a,\ cb)$ (7)
Aplicînd B3 la (7) şi (8), obţinem:
(9) $p(b,c)=p(c,\ b)=1\to p(a,\ b)=p(a,\ c)$ (7), (8)
care, datorită lui $p(a,\ a)=1$, este acelaşi lucru cu A2+. În acest mod am derivat A2+ din B3, B3 însă decurge la rîndul său evident din A2 şi din legea comutativă, adică formula 40 din anexa *V.
Dacă utilizăm semnul „(d)" pentru „pentru fiecare d din S", putem scrie:
(10) $p(a,\ a)=p(b,\ c)=p(c,\ b)\to(d)p(d,\ b)=p(d,\ c)$ (9), A3
Din consecventul lui (10) decurg prin substituţie $p(b,\ b)=p(b,\ c)$ şi $p(c,\ b)=p(c,\ c)$, astfel dată fiind A3, putem scrie formula (10) ca pe o echivalenţă.

Apoi se înlocuiește această formulă condițională prin echivalența corespunzătoare A2+3:

A2+3 $p(a,a)=p(b,c)=p(c,b)$, dacă și numai dacă $p(d,b)=p(d,c)$ pentru fiecare d din S,

din care decurge, prin substituția lui b pentru c, A3.

Pentru a uni organic A2 cu B2 putem scrie:

BA2 $p(ab,c)=p(a,d)p(b,c)$ cu condiția ca $p(bc,e)=p(d,e)$ pentru fiecare e din S.

Prin substituția lui b pentru c obținem o formulă foarte apropiată de A2, iar prin înlocuirea lui d prin bc obținem B2. O formulă asemănătoare care nu utilizează A2, ci o variantă a lui A2$^+$, este

BA2$^+$ $p(ab,c)=p(a,d)p(b,c)$, cu condiția ca $p(a,a)=p(bc,d)$ și $p(bc,c)=p(d,c)$.

Formula BA2$^+$ rămîne adevărată dacă înlocuim în ultima ecuație „bc“ prin „b“, căci este valabilă formula demonstrabilă „$p(bc,c)=p(b,c)$“ însă, dacă această formulă trebuie demonstrată abia cu ajutorul lui BA2$^+$, ea nefiind astfel încă la dispoziția noastră, trebuie utilizată versiunea cu „bc“.

Aceste diferite metode de a lega A2 sau A2$^+$ cu B2 prezintă, printre altele, următorul avantaj: putem evita ca în axiomele noastre produsul a două elemente („bc“) să apară ca al doilea argument al lui p (,). Astfel ne-am apropiat cu încă un pas de scopul urmărit, anume acela de a scrie produsul numai o dată — într-o axiomă —, noi putînd interpreta apoi această axiomă ca definiție a produsului (vezi jos).

În fine, putem lega (iarăși „organic“) A2$^+$ cu postulatul AP. Rezultatul îl putem numi AP$^+$:

AP$^+$ $p(a)=p(a,b)-p(a,c)+p(a,d)$ cu condiția ca
$p(b,c)=p(c,b)=p(d,e)$ pentru fiecare e din S.

Prin substituția lui „b“ pentru „c“, obținem o formulă care evident este echivalentă cu AP. Aplicînd AP la AP$^+$, obținem fără dificultăți A2$^+$.

Dacă legăm în acest mod A2 cu AP în AP$^+$, atunci desigur că AP$^+$ devine parte integrantă a sistemului axiomatic (în timp ce în sistemul meu inițial, AP poate fi omis, fără a se pierde prin aceasta mai mult decît o metodă de simplificare a anumitor formule).

Dacă excludem A2 într-una din modalitățile descrise aici prin unirea sa sau a unei variante a ei cu una din celelalte axiome ale noastre, ajungem la un sistem care nu este numai *„autonom independent“* în sensul deja arătat, dar și — din punct de vedere logic mai puternic — *„complet metric“*: numesc așa un sistem care nu mai prezintă nici o urmă de dependență față de algebra booleeană și anume astfel încît acesta să rămînă independent, dacă la formula de mai sus

(*–) Dacă $a=b$, atunci $p(a, c)=p(b, c)$

mai adăugăm următoarea formulă:

(–*) Dacă $a=b$, atunci $p(c, a)=p(c, b)$

care permite înlocuirea numelor echivalente de elemente și în *al doilea* argument al oricărei ecuații probabilistice. Astfel, independență metrică completă înseamnă că orice axiomă a sistemului rămîne independentă de celelalte axiome, chiar dacă adăugăm la acestea alte axiome (*–) și (–*) precum și un sistem complet al algebrei booleene.

Vorbind intuitiv, aceasta înseamnă că fiecare axiomă în parte, dacă ea nu este numai „logică" (în sensul, în care putem interpreta algebra booleeană ca sistem logic), ci şi „metrică", are ceva de spus astfel încît *fiecare* axiomă formulează o lege esenţială pentru măsurarea probabilităţilor. Interesant este, desigur, că într-un sistem autonom independent şi chiar într-unul complet metric — de exemplu într-un sistem care lasă la o parte pe A2 şi care admite AP^+ — putem deriva algebra booleeană nemetrică, aceasta făcîndu-se fără a presupune existenţa vreunei reguli booleene în vreo axiomă oarecare. Atît despre A2.

După cum s-a sugerat deja, axioma A3 este necesară pentru demonstrarea faptului că

$p(a, a)=1$ pentru fiecare element a din S.

Din punct de vedere logic, desigur că această formulă este mai puternică decît A3, deoarece A3 decurge din ea nemijlocit prin substituţie. Derivarea lui $p(a, a)=1$ din A3 utilizează însă toate celelalte axiome în afară de A2, aşa cum rezultă şi din demonstraţia formulei 23 din anexa *V.

La fel ca A2, şi A3 poate fi încorporat cîtorva din celelalte axiome. Două asemenea posibilităţi au fost deja discutate. O altă posibilitate o constituie întărirea lui C1 prin introducerea unei a patra variabile. Formula astfel rezultată s-ar putea scrie după cum urmează:

CA1 $p(a, b)+p(\bar{a}, b)=p(c, c)$, cu condiţia ca $p(d, b)\neq p(c, c)$ pentru un d oarecare din S.

Utilizînd săgeata „→" ca abreviere pentru „dacă, atunci", mai putem scrie

$$p(a, b)\neq p(c, c)\rightarrow p(c,c)=p(d, b)+p(\bar{d}, b).$$

Din oricare din aceste două formule decurge nemijlocit prin substituţie C1. Derivarea lui A3 este ceva mai complicată[9].

Postulatul 3 cere existenţa unui produs al unor elemente oarecare a şi b din S. Postulatul caracterizează cuprinzător toate proprietăţile produsului (cum ar fi indempotenţa, comutaţia şi asocierea) prin două axiome simple, din care prima este evidentă din punct de vedere logic; a doua axiomă a fost deja discutată în anexa *III şi „derivată" euristic.

După părerea mea, axioma B1 este, din punct de vedere intuitiv, cea mai evidentă din toate axiomele noastre. Ea trebuie preferată atît lui A4′, cît şi lui B1′ (cf. nota 7 sus) care împreună o pot înlocui. Căci, spre deosebire de B1, A4′ poate fi înţeleasă greşit ca o convenţie, iar B1′ nu caracterizează, cum o face B1, un aspect metric intuitiv al *probabilităţii*, ci o proprietate formală a produsului (sau a conjuncţiei) ab.

Este interesant că B1 este necesară pentru a demonstra că probabilităţile sînt numere ne-negative (vezi A4′, nota 7, şi demonstrarea independenţei pentru

---

[9] A3 poate fi derivat din CA1 după cum urmează:

(1) $p(c, b)+p(\bar{c}, b)\neq p(b, b)\rightarrow p(b, b)=p(d, b)=p(c, b)=p(\bar{c}, b)$ CA1

(2) $p(a, a)\neq p(b, b)\rightarrow p(a, a)=p(c, b)+p(\bar{c}, b)\neq p(b, b)=p(c, b)=p(\bar{c}, b)$ CA1, 1

(3) $p(a, a)\neq p(b, b)\rightarrow p(a, a)=2p(b, b)$ 2

(4) $p(b, b)\neq p(a, a)\rightarrow p(b, b)=2p(a, a)=4p(b, b)=0=p(a, a)$ 3

(5) $p(a, a)=p(b, b)$ 4

CA1 poate fi înlocuită şi prin formula:

C^{9} $p(a, a)\neq p(b, c)\rightarrow p(a, c)+p(\bar{a}, c)=p(d, d)$

care este ceva mai tare.

B1 jos). În legătură cu B2, B1 joacă de asemenea un rol decisiv în demonstrarea legii comutației $p(ab,c)=p(ba,c)$.

Axioma B2 constituie esența sistemului. Importanța sa intuitivă iese în evidență deja prin derivarea euristică din anexa *III. Așa cum se va vedea și din derivările din anexa *V, B2 joacă un rol decisiv în derivarea formulelor $p(a,b)\leqslant p(a,a)$ și $p(a,a)=1$, precum și a legii comutației și legii asociative, cît și a legilor adunării. Modul de scriere utilizat aici — cu variabilele scrise în ordine alfabetică — este oarecum neobișnuit: scrierea uzuală este următoarea:

$$p(ab,c)=p(a,c)p(b,ac).$$

Am ales ordinea alfabetică pe ambele părți, pentru a arăta foarte clar că nu presupun pe ascuns ceva de genul legii comutative.

Există o modalitate banală și nu prea interesantă pentru a combina B2 și B1, scriind:

$$p(ab,c)=p(a,bc)p(b,c)\leqslant p(a,c);$$

și astfel putem combina evident și pe B1 cu BA2 și BA2$^+$. Ultima din aceste combinații am putea-o numi BA$^+$, deoarece ea reduce cele șase axiome ale noastre la trei: A1, BA$^+$ și CA1. Combinația BA$^+$ este însă atît de puțin organică, încît apare întrebarea, cum ar putea fi ea înlocuită printr-o formulă care să se apropie cît de cît de ideea unei axiome organice; totodată putem încerca să reducem la unu numărul elementelor produsului care apar în mod explicit și să dăm axiomei forma unei definiții.

Voi nota două din formulele astfel rezultate cu B$^+$ și B. Ambele încorporează A2, A3, B1 și B2. Ele sînt destul de complicate, motiv pentru care voi folosi în notația mea, pentru a fi mai clar, următoarele abrevieri: „&" pentru „și"; „$\rightarrow$" pentru „dacă... , atunci"; „$\leftrightarrow$" pentru „dacă și numai dacă"; „(a)" pentru „pentru fiecare element a în S", și „$(\mathrm{E}a)$" pentru „există cel puțin un element a în S, astfel încît".

B$^+$ $$p(ab,d)=p(c,d)\leftrightarrow(e)(\mathrm{E}f)(p(a,d)\geqslant p(c,d)\leqslant p(b,d)\&(p(a,d)\geqslant p(d,d)\leqslant$$
$$\leqslant p(b,d)\rightarrow p(c,d)\geqslant p(e,e)\&((p(b,f)\geqslant p(e,f)\leqslant p(d,f)\&(p(b,f)\geqslant p(f,f)\leqslant$$
$$\leqslant p(d,f)\rightarrow p(e,f)\geqslant p(c,c))\rightarrow p(a,e)p(b,d)=p(c,d)))).$$

Această echivalență prezintă forma unei definiții, în măsura în care putem pune în fața ambelor părți operatorul „(d)"; conform anexei *V(D1 la p. 338; vezi și sus, (*) pe p.314); aceasta ne permite să înlocuim partea stîngă a echivalenței astfel modificate prin expresia

$$ab=c\leftrightarrow\ldots.$$

și s-o interpretăm ca definiție a lui „ab". Este drept că, de fapt, în toate derivările care se bazează pe B$^+$, se utilizează numai săgeata „$\rightarrow$"; dacă vom substitui în B$^+$ „ab" pentru „c", partea stîngă devine tautologică și din partea dreaptă obținem B1, A3, A2 și în final B2. O formulă ceva mai scurtă și mai slabă cu un caracter asemănător, numită B, se menționează în cele ce urmează:

Postulatul 4 cere existența unui complement $\bar{a}$ pentru fiecare a din S și caracterizează acest complement printr-o formă condițională slăbită a cunoscu-

tei formule „$p(\bar{a},b)+p(a,b)=1$", care, datorită lui $1=p(b,b)$, este înrudită cu C1. Condiţia pusă acestei formule este însă necesară, deoarece, dacă c spre exemplu este $a\bar{a}$ („elementul vid"), $p(a,c)=1=p(\bar{a},c)$, astfel încît în acest caz limită formula cunoscută şi aparent evidentă îşi pierde valabilitatea.

Acest postulat, sau mai degrabă axioma C1, are caracterul unei definiţii a lui $p(\bar{a},b)$ cu ajutorul lui $p(a,b)$ şi $p(a,a)$ aşa cum se va vedea imediat, dacă scriem C1 în următoarea formă (să se observe că (II) decurge din (I)):

(I) $p(\bar{a},b)=p(a,a)-p(a,b)$ cu condiţia că există un asemenea c, încît $p(c,b)\neq$ $\neq p(a,a)$;

(II) $p(\bar{a},b)=p(a,a)$ cu condiţia că nu există un asemenea c.

Caracterul de definiţie al lui C1 poate fi evidenţiat şi scriind-o în analogie cu B+ ca echivalenţă:

C′ $p(\bar{a},c)=p(b,c)\longleftrightarrow(d)(p(c,c)\neq p(d,c)\rightarrow p(a,c)+p(b,c)=p(c,c))$.

Şi de data asta putem pune „(c)" înaintea celor două părţi, înlocuind apoi stînga prin

$$\bar{a}=b\longleftrightarrow\ldots.$$

Ca şi în cazul lui B+, avem nevoie şi aici de săgeată numai de la stînga la dreapta, deoarece obţinem toate formulele dorite prin substituirea lui „$\bar{a}$" pentru „b" (şi aplicînd *modus ponens*).

Împreună cu B+ şi A1, C′ formează un sistem compus din numai trei axiome, din care două au forma definiţiilor (a aşa-numitelor definiţii „creatoare", vezi jos).

Putem întări C′ prin înlocuirea lui „$\rightarrow$" cu „$\longleftrightarrow$" (ceea ce implică o schimbare a operatorilor); ajungem astfel la

C+ $p(\bar{a},c)=p(b,c)\longleftrightarrow(p(a,c)+p(b,c)=p(c,c)\longleftrightarrow(\mathrm{E}d)p(c,c)\neq p(d,c))$.

Această formulă poate fi scrisă, la fel ca şi B+ şi C′, cu un operator „(c)" în ambele părţi, sau cu partea stîngă sub forma „$\bar{a}=b\longleftrightarrow\ldots$". Datorită forţei sale logice care ne permite derivarea lui

(+) $$(b)(\mathrm{E}a)p(a,b)\neq 0$$

putem, dacă presupunem C+, să înlocuim A1 prin formula mai slabă A1−, pe care am menţionat-o mai sus, sau prin formula A care va fi indicată numaidecît; putem înlocui şi B+ prin formula mai slabă B (vezi jos).

Deşi C1, C′ şi C+ sînt „doar definiţii", ele contribuie surprinzător de mult la forţa sistemului: multe formule importante care nu conţin complementaritatea nu ar fi derivabile fără C+. Un exemplu îl constituie formula (7) din nota 8. Aceasta arată că C+ are caracterul unei — hai să spunem — „definiţii creatoare": prin „definiţie creatoare" (spre deosebire de o definiţie „doar abreviantă"), înţeleg o definiţie care, adăugată la celelalte formule ale unui sistem axiomatic, permite derivarea unor teoreme ce nu sînt deductibile fără această definiţie şi care *nu conţin expresia definită prin această definiţie.* (Astfel, o definiţie „creatoare" poate deveni una „doar abreviantă", dacă întărim cît de puţin restul sistemului axiomatic: conceptul „creator" este relativ faţă de sistemul axiomatic; vezi şi lucrarea mea în „*Synthese*", *15*, 1963, p. 167—186.)

În sistemul meu, C^+ este în mai mare măsură creatoare decît B^+ (iar AP este complet necreatoare). Căci este adevărat, există formule care nu conțin conjuncția, dar care nu pot fi derivate fără B^+; un exemplu important este $p(a,a)=1$; altele sînt $p(\bar{a},a)\neq 0 \rightarrow p(\bar{a},a)=1$ sau $(Ea)p(\bar{a},a)\neq p(a,a)$. Numărul acestor formule este însă surprinzător de mic și le putem obține fără B^+, dacă introducem în acest scop particular una sau două axiome. Așadar B^+ nu este creatoare în măsura în care este C^+, după cum o arată și următoarele considerații.

Probabilitatea este în esență *o funcție aditivă a măsurii* și este absolut de înțeles tendința de a așeza teoria adunării în centrul tratării axiomatice a probabilității. Am putea astfel porni nu de la produsul ab, ci de la suma booleeană $a+b$ și să considerăm ca axiomă teorema generală a adunării (cf. paragraf 79, anexa *V):

$$p(a+b,c)=p(a,c)+p(b,c)-p(ab,c).$$

În această formulă folosim însă produsul ab (sau complementul, dacă nu apare produsul), ceea ce nu poate fi evitat nici atunci cînd aplicăm teorema specială a adunării (căci aceasta introduce condiția $p(ab,c)=0\rightarrow ...$); și — ceea ce este mai important — teorema generală a adunării nu ne scutește de faptul că trebuie să presupunem separat formule care conduc în esență la B2 și C1. Cu alte cuvinte, teoria adunării poate fi derivată din teoria produsului și cea a complementului, însă nici teoria produsului, nici teoria complementului nu pot fi deduse una din alta, chiar și atunci cînd teoria adunării este presupusă axiomatic. Statutul logic al axiomelor adunării se aseamănă în această privință cu cel al algebrei booleene: dacă le presupunem, nu cîștigăm aproape nimic și nici nu ni se oferă vreo nouă posibilitate pentru elaborarea teoriei. (Vezi „*Synthese*“, *15*, 1963, p. 177—178.)

Pe de altă parte, C1 sau C^+, deci teoria complementării, este sursa întregii teorii a adunării (asumînd doar rudimente ale teoriei produsului), așa cum rezultă foarte clar din derivările din anexa *V. Toate acestea arată puternicul caracter creator al lui C1 și C^+.

Am văzut că sistemul meu compus din șase axiome poate fi redus la *trei axiome*: de exemplu la axioma existențială $A1^-$ și la definițiile B^+ și C^+; dacă vrem, mai putem adăuga și definiția AP care — dacă admitem în definiens expresii definite — poate fi scrisă, mai simplu, astfel:

$$(\cdot) \qquad p(a)=p(a,\overline{a\bar{a}}).$$

Fără îndoială, dacă dorim scurtimea și un număr mic de axiome, atunci următorul sistem de axiome A,B și C este de preferat celorlalte. Căci A este mai scurtă decît $A1^-$ și mai slabă decît A1; și, atît B (care se bazează pe $BA2^+$ de mai sus), cît și C sînt mai scurte decît B^+ și C^+. Și, în ciuda scurtimii sale, C este tot atît de tare ca C^+, ceea ce ne permite înlocuirea lui A1 prin $A1^-$ sau A. Prin folosirea lui B în locul lui B^+, mai tare, utilizăm pe deplin tăria suplimentară a lui C^+ sau C, adică formulele (+) de mai sus. Să se remarce că B — în această privință se deosebește ea de B^+ — devine falsă, dacă se omite primul operator „(d)“; chiar și atunci cînd se înlocuiește „$\leftrightarrow$“ prin „$\rightarrow$“, ceea ce, de fapt, este suficient.

A $(Ea)(Eb)p(a,b) \neq 1$

B $((d)p(ab,d)=p(c,d)) \longleftrightarrow (d)(e)(p(a,b) \leqslant p(c,b) \& p(a,d) \geqslant p(c,d) \leqslant$
$\leqslant p(b,c) \& ((p(b,d) \leqslant p(e,d) \& p(b,c) \geqslant p(e,e) \leqslant p(d,e)) \rightarrow p(a,e)p(b,d)=p(c,d)))$.

C $p(\bar{a},b)=p(b,b)-p(a,b) \longleftrightarrow (Ec)p(b,b) \neq p(c,b)$.

În acest sistem obţinem din B mai întîi pe B1 şi B2 prin substituirea lui *c* cu *ab* şi a lui *e* cu *bd*; apoi, prin substituirea lui *c* cu *aa* şi a lui *b,d* şi *e* cu *a*, obţinem A3′ din ultimul membru de la dreapta şi, în sfîrşit, A2+ prin substituirea lui *c* cu *ab* şi a lui *d* cu *b*. (Dacă aici este înlocuită A cu A1, atunci este suficientă C1 în loc de C.)

Deşi, din cauza scurtimii sale şi axiomelor sale definitorii, mi se pare interesant acest sistem A,B şi C, prefer primul meu sistem cu cele şase axiome A1, A2, A3, B1, B2 şi C1; căci, după părerea mea, el descrie cel mai clar ipotezele noastre şi ne permite să determinăm exact rolul pe care îl joacă în teorie fiecare din aceste ipoteze luată separat.

Se poate demonstra că sistemul nostru este *necontradictoriu*: putem construi sisteme *S* de elemente (cu un număr infinit de elemente diferite: pentru *S* finit, demonstraţia este trivială) şi o funcţie $p(a,b)$, astfel încît să se poată dovedi că sînt satisfăcute toate axiomele. De asemenea, se poate demonstra că sistemul nostru de axiome este *independent*. Din cauza slăbiciunii logice a axiomelor, aceste demonstraţii sînt foarte uşoare.

O demonstraţie banală a necontradicţiei pentru un *S* finit se obţine presupunînd că $S=\{1,0\}$, adică că *S* constă din două elemente 1 şi 0. Produsul şi complementul se iau egale cu produsul şi complementul aritmetic (faţă de 1). Definim $p(0,1)=0$ şi punem $p(a,b)=1$ în toate celelalte cazuri. Atunci sînt satisfăcute toate axiomele.

Înainte de a ne ocupa de o interpretare infinită numărabilă, voi da încă două interpretări finite ale lui *S*. Ambele interpretări satisfac nu numai sistemul nostru de axiome, ci, de exemplu, şi următoarea aserţiune existenţială (E).

(E) Există elemente *a,b* şi *c* în *S*, astfel încît

$$p(a,b)=1 \text{ şi } p(a,bc)=0$$

O aserţiune cu totul analogă ar fi

(E′) Există un element *a* în *S*, astfel încît

$$p(a)=p(a,\bar{a})=p(\bar{a},a)=0 \neq p(a,a)=1$$

Această aserţiune (E) nu este satisfăcută de primul nostru exemplu şi nu poate fi satisfăcută de nici unul din sistemele probabiliste cunoscute de mine (evident, cu excepţia unora din propriile mele sisteme).

Primul exemplu, care satisface sistemul nostru, (E) şi (E′), constă din patru elemente: $S=\{0,1,2,3\}$. Definim *ab* ca cel mai mic dintre numerele *a* şi *b*, cu excepţia cazului $1.2=2.1=0$. Definim: $\bar{a}=3-a$ şi $p(a)=p(a,3)=0$ totdeauna cînd $a=0$ sau 1, şi $p(a)=p(a,3)=1$ totdeauna cînd $a=2$ sau 3; $p(a,0)=1$; $p(a,1)=$ $=0$, afară de cazul $a=1$ sau $a=3$, cînd $p(a,1)=1$. În celelalte cazuri, $p(a,b)=$

$=p(ab)/p(b)$. Intuitiv, elementul 1 poate fi identificat cu o lege universală care are probabilitatea absolută zero, iar 2 cu negaţia sa existenţială. Pentru a satisface pe (E), punem $a=2$, $b=3$ şi $c=1$. (E') este satisfăcută, deoarece $a=2$.

Exemplul descris poate fi reprezentat cu ajutorul următoarelor două „matrici". (Această metodă a fost, cred, introdusă prima oară de Huntington în 1904.)

ab	0	1	2	3	$\bar{a}$
0	0	0	0	0	3
1	0	1	0	1	2
2	0	0	2	2	1
3	0	1	2	3	0

$p(a,b)$	0	1	2	3
0	1	0	0	0
1	1	1	0	0
2	1	0	1	1
3	1	1	1	1

Al doilea exemplu este o generalizare a primului, care arată că ideea ce se află la baza primului exemplu poate fi extinsă la un număr de elemente care depăşeşte orice număr arbitrar ales, presupunînd că aceste elemente formează o algebră booleeană, ceea ce înseamnă că numărul de elemente trebuie să fie egal cu 2^n. Aici n poate fi conceput ca numărul celor mai mici domenii sau clase exclusive în care se descompune un univers al discursului. Fiecăreia din aceste clase putem să-i punem în corespondenţă în mod arbitrar, drept probabilitate absolută, o fracţie pozitivă $0 \leqslant r \leqslant 1$, dar trebuie să fim atenţi ca suma lor să fie egală cu 1. Fiecărei sume booleene îi punem în corespondenţă suma aritmetică a probabilităţilor ei şi fiecăruia din complemenţii booleeni, complementul aritmetic în raport cu 1. Unuia sau mai multora din cele mai mici domenii, respectiv clase (care nu se reduce la zero), putem să-i atribuim probabilitatea 0. Dacă b este un astfel de domeniu sau clasă, punem $p(a,b)=0$, în caz că $ab=0$; altfel $p(a,b)=1$. De asemenea, punem $p(a,0)=1$. În toate celelalte cazuri punem $p(a,b)=p(ab)/p(b)$. Este clar că (E) şi (E') pot fi satisfăcute.

Pentru a arăta că sistemul nostru este necontradictoriu chiar şi atunci cînd presupunem că S este infinit numărabil, se poate alege următoarea interpretare. (Ea prezintă interes din cauza legăturii ei cu interpretarea frecvenţială.) Fie S clasa fracţiilor raţionale în reprezentare diadică, astfel că: dacă a este un element al lui S, putem să scriem pe a ca un şir $a=a_1, a_2, \ldots$, unde a_i este 0 sau 1. Interpretăm pe ab ca fiind şirul $ab=a_1b_1, a_2b_2, \ldots$, astfel că $(ab)_i=a_ib_i$, iar pe $\bar{a}$ ca fiind şirul $\bar{a}=1-a_1, 1-a_2, \ldots$, astfel că $\bar{a}_i=1-a_i$. Pentru a defini $p(a,b)$, introducem expresia ajutătoare A_n, care este definită astfel:

$$A_n=\sum_n a_i,$$

astfel că avem

$$(AB)_n=\sum_n a_i b_i;$$

în plus, definim o funcţie ajutătoare q:

$$q(a_n, b_n)=1, \text{ ori de cîte ori } B_n=0$$

$$q(a_n, b_n)=(AB)_n/B_n, \text{ ori de cîte ori } B_n \neq 0.$$

Acum putem defini:

$$p(a,b)=\lim q(a_n, b_n).$$

Această valoare limită există pentru toate elementele a și b din S, și se arată ușor că ea satisface toate axiomele noastre. (În legătură cu aceasta, vezi și anexa *VI, punctul 15.)

Doar atît în legătură cu *necontradicția* sistemului nostru de axiome.

Pentru a arăta *independența* lui A1, putem pune $p(a,b)=1$ pentru orice a și b din S. Atunci sînt satisfăcute toate axiomele cu excepția lui A1.

Pentru a arăta independența lui A2, presupunem că S constă din cinci elemente: $S=\{0,1,2,3,4\}$. Putem arăta ușor că produsul ab trebuie să fie necomutativ; el poate fi definit astfel: $1.2=2$; $a3=3a=0$, cînd $a<3$; altfel, $a3=3a=3$; în toate celelalte cazuri, inclusiv 2.1, ab este egal cu $min(a,b)$, adică cu cea mai mică din componentele sale a și b. Mai departe, definim: $\bar{a}=4-a$ afară de cazul $a=2$, cînd $\bar{a}=3$. Și definim $p(a,0)=p(a,1)=1$; $p(0,2)=p(3,2)=0$, altfel, $p(a,2)=1$; și $p(a,3)=p(a,4)=0$ cînd $a<3$; altfel, $p(a,3)=p(a,4)=1$. Acum se poate arăta ușor că pentru orice b, e valabilă formula $p(1,b)=p(2,b)$, în timp ce $p(0,1)=1$ și $p(0,2)=0$. Deci A2 nu este satisfăcută, în timp ce toate celelalte axiome sînt satisfăcute (inclusiv postulatul AP[10]).

Această interpretare o putem ilustra adăugînd următoarea matrice necomutativă:

ab	0	1	2	3	4	$\bar{a}$
0	0	0	0	0	0	4
1	0	1	2	0	1	3
2	0	1	2	0	2	3
3	0	0	0	3	3	1
4	0	1	2	3	4	0

$p(a,0)=p(a,1)=1$;

$p(0,2)=p(3,2)=0$; altfel, $p(a,2)=1$.

$p(a,3)=p(a,4)=0$, cînd $a<3$; altfel

$p(a,3)=p(a,4)=1$.

Pentru a arăta că A3 este independentă, presupunem — ca în prima noastră demonstrație a necontradicției — că $S=\{0,1\}$, în care produsul și complementul sînt egale cu cele aritmetice. Definim $p(1,1)=1$ și, în toate celelalte cazuri, $p(a,b)=0$. Atunci este valabilă relația $p(1,1)\neq p(0,0)$, astfel că A3 își pierde valabilitatea. Celelalte axiome sînt satisfăcute (afară de C de mai sus, unde A3 nu apare).

Pentru a arăta că B1 este independentă, presupunem că $S=\{-1,0,+1\}$; ab îl luăm egal cu produsul aritmetic al lui a și b; $\bar{a}=-a$; iar $p(a,b)=a.(1-|b|)$.

---

[10] Exemplul (matricea cu cinci elemente) care este oferit aici pentru a demonstra independența lui A2 înlocuiește o matrice cu trei elemente care a fost indicată în prima ediție (engleză) a acestei cărți și care fusese găsită simultan de Dr. J. Agassi și de mine. Totuși, această matrice cu trei elemente nu satisfăcea postulatul AP și, de aceea, lăsa deschisă problema dacă s-ar putea deriva A2 din restul sistemului, inclusiv AP. Exemplul de față arată că acest lucru nu este posibil.

Atunci toate axiomele sînt satisfăcute, afară de B1 care, pentru $a=-1$, $b\neq+1$ și $c=0$, nu este valabilă. Matricile pot fi scrise astfel:

ab	-1	0	$+1$	$\bar{a}$
-1	$+1$	0	-1	$+1$
0	0	0	0	0
$+1$	-1	0	$+1$	-1

$p(a,b)$	-1	0	$+1$
-1	0	-1	0
0	0	0	0
$+1$	0	$+1$	0

Acest exemplu demonstrează și independența lui A4′ (cf. nota 7 de mai sus). Un al doilea exemplu, care demonstrează independența lui B1 și, de asemenea, a lui B1′, se bazează pe următoarea matrice necomutativă:

ab	0	1	2	$\bar{a}$
0	0	1	0	2
1	0	1	1	0
2	0	1	2	0

$p(0,2)=0$;

în toate celelalte cazuri,
$p(a,b)=1$

B1 nu este valabilă pentru $a=0$, $b=1$ și $c=2$. (Postulatul AP nu este satisfăcut, însă el poate fi satisfăcut, dacă extindem matricea la cinci elemente la fel ca în cazul lui A2; vezi nota 10 de mai sus.)

Pentru a arăta că B2 este independentă, presupunem aceeași mulțime S ca pentru A3 și definim $p(0,1)=0$; în toate celelalte cazuri, $p(a,b)=2$. B2 nu este valabilă, pentru că $2=p(1.1,1)\neq p(1,1.1)p(1,1)=4$. Toate celelalte axiome sînt satisfăcute.

(Un alt exemplu, care arată independența lui B2, se obține dacă se pornește de la faptul că B2 este necesară la demonstrarea lui „$p(ba,c)\leqslant(a,c)$", care este duala lui B1. De aici se poate conchide că putem utiliza al doilea exemplu pentru B1, dacă schimbăm doar valoarea lui 1.0 din 0 în 1 și pe aceea a lui 0.1, din 1 în 0. Toate celelalte pot rămîne neschimbate. B2 nu este valabilă pentru $a=1$, $b=0$ și $c=2$.)

În sfîrșit, pentru a arăta că C1 este independentă, presupunem din nou aceeași mulțime S ca pentru A3, însă punem $\bar{a}=a$. Acum, dacă punem $p(0,1)=0$ și în toate celelalte cazuri $p(a,b)=1$, atunci C1 își pierde valabilitatea deoarece $p(\bar{0},1)\neq p(1,1)$. Celelalte axiome sînt satisfăcute.

Cu aceasta, demonstrațiile de independență pentru *axiomele* operative sînt încheiate.

În ceea ce privește părțile neoperative ale *postulatelor*, a fost dată mai sus o demonstrație de independență pentru postulatul 1 (cînd am discutat acest postulat).

În partea sa neoperativă, postulatul 2 cere ca, ori de cîte ori a și b sînt în S, $p(a,b)$ să fie un număr real. Pentru a demonstra independența acestei cerințe — pe care putem să o desemnăm pe scurt ca „cerința 2" — să considerăm mai întîi o *interpretare booleeană nenumerică* a lui S. În acest scop interpretăm pe S ca o algebră booleeană cel mult numărabilă și nenumerică (de pildă, ca o mulțime de enunțuri, astfel că „a", „b" ș.a.m.d. *sînt nume de enunțuri variabile*). Și cerem: dacă x este un număr real, atunci „$\bar{x}$" trebuie să însemne același lucru ca „$-x$", și, dacă x este un element booleean (de pildă, un enunț), atunci

„$-x$", ca şi „$\bar{x}$" trebuie să desemneze complementul boolean (negaţia) lui x. În mod similar cerem: „xy", „$x+y$", „$x=y$", „$x \neq y$" şi „$x \leqslant y$" trebuie să aibă semnificaţia aritmetică obişnuită, dacă x şi y sînt numere, şi binecunoscuta lor semnificaţie booleeană, dacă x şi y sînt elemente booleene. (Dacă x şi y sînt enunţuri, „$x \leqslant y$" trebuie interpretată ca „x implică logic pe y".) Pentru a demonstra independenţa postulatului 2, mai cerem acum încă ceva: interpretăm pe „$p(a,b)$" ca un alt nume pentru elementul boolean $a+\bar{b}$. Atunci postulatul 2 îşi pierde valabilitatea, în timp ce A1, A2, A3 şi toate celelalte axiome şi postulate devin teoreme bine cunoscute ale algebrei booleene[11].

Demonstraţiile de independenţă a părţilor existenţiale ale postulatelor 3 şi 4 sînt aproape banale. Mai întîi introducem un sistem ajutător $S'=\{0,1,2,3\}$ şi definim produsul, complementul şi probabilitatea absolută cu ajutorul matricii:

ab	0	1	2	3	$\bar{a}$	$p(a)$
0	0	0	0	0	3	0
1	0	1	0	1	2	0
2	0	0	2	2	1	1
3	0	1	2	3	0	1

Probabilitatea relativă se defineşte prin

$$p(a,b)=0 \quad \text{ori de cîte ori } p(a) \neq 1 = p(b)$$

$$p(a,b)=1, \text{ în toate celelalte cazuri.}$$

Acest sistem S' satisface toate axiomele şi postulatele noastre. Acum, pentru a demonstra independenţa părţii existenţiale a postulatului 3, concepem pe S ca limitat la elementele 1 şi 2 ale lui S', iar toate celelalte le lăsăm neschimbate. Evident, postulatul 3 nu e valabil, deoarece produsul elementelor 1 şi 2 nu se află în S; tot restul rămîne valabil. În mod asemănător putem arăta independenţa postulatului 4, dacă limităm pe S la elementele 0 şi 1 din S'. (Putem alege şi pe 2 şi 3, ca şi o altă combinaţie arbitrară de trei elemente din S', cu excepţia combinaţiei 1,2 şi 3.)

Demonstraţia independenţei postulatului AP este şi mai banală: trebuie doar să interpretăm pe S şi pe $p(a,b)$ în sensul primei noastre demonstraţii de necontradicţie şi să punem $p(a)=constant$ (o constantă ca 0 sau 1/2 sau 1 sau 2), pentru a obţine o interpretare în care postulatul AP nu este valabil.

Deci am arătat că fiecare aserţiune care este făcută în sistemul nostru, luată izolat, este independentă. (După cîte ştiu, pînă în prezent nu a fost publicată nici o demonstraţie de independenţă pentru sisteme axiomatice ale probabilităţilor. Probabil că aceasta se datoreşte tocmai faptului că sistemele cunoscute — în măsura în care ele sînt satisfăcătoare în alte privinţe — nu sînt independente.)

Neindependenţa (*redundancy*) sistemelor obişnuite trebuie explicată prin faptul că cer, toate, implicit sau explicit, valabilitatea unora sau a tuturor re-

[11] O mică modificare a acestei interpretări transformă toate axiomele în tautologii ale calculului propoziţional, care satisfac toate postulatele afară de postulatul 2.

gulilor algebrei booleene pentru elementele lui S; însă, aşa cum vom demonstra la sfîrşitul anexei *V, toate aceste reguli sînt derivabile din sistemul nostru, dacă definim echivalenţa booleeană „$a=b$" prin formula:

(*) $a=b$ atunci şi numai atunci, cînd $p(a,c)=p(b,c)$ pentru orice c în S.

Se poate pune problema dacă vreuna din axiomele noastre devine redundantă cînd *postulăm* că ab este un produs booleean şi $\bar{a}$ este un complement booleean; că ambele satisfac toate legile algebrei booleene; şi că (*) este valabilă. Răspunsul este că nici una din axiomele noastre nu ar deveni redundantă (afară de varianta B1'). Numai dacă postulăm că două elemente arbitrare, pentru care echivalenţa booleeană este demonstrabilă, se pot substitui unul cu altul *în al doilea argument* al funcţiei p, A2 devine redundantă, deoarece ea serveşte, desigur, aceluiaşi scop ca acest postulat suplimentar. Că celelalte axiome rămîn neredundante este evident din faptul că independenţa lor (desigur, cu excepţia lui A2) este demonstrabilă cu ajutorul exemplelor care satisfac algebra booleeană. Eu am indicat deja astfel de exemple pentru oricare dintre ele cu excepţia lui B1 şi C1. Un exemplu de algebră booleeană, care dovedeşte independenţa lui B1 şi C1 (şi a lui A4'), este următorul (0 şi 1 sînt zeroul şi elementul universal booleene, iar $\bar{a}=1-a$).

Acest exemplu este, în esenţă, acelaşi ca ultima matrice precedentă:

ab	-1	0	1	2	$\bar{a}$
-1	-1	0	-1	0	2
0	0	0	0	0	1
1	-1	0	1	2	0
2	0	0	2	2	-1

B1 (şi A4'): $p(a)=a$; $p(a,0)=1$;
în toate celelalte cazuri:
$p(a,b)=p(ab)/p(b)=ab/b$.
C1: $p(a,b)=0$, dacă $ab=0\neq b$;
în toate celelalte cazuri:
$p(a,b)=1$.

B1 este încălcată, pentru că $2=(1.2,1)>(1,1)=1$.

C1 este încălcată, pentru că $(2,1)+(\bar{2},1)=2$, deşi $(0,1)=(1,1)$.

Faptul că sistemul nostru rămîne independent chiar atunci cînd postulăm algebra booleeană *şi* (*) se poate exprima spunînd că el este „autonom independent". Dacă înlocuim axioma noastră B1 prin A4' şi B1' (vezi mai sus nota de subsol 7), atunci desigur că sistemul nostru încetează să fie autonom independent. Independenţa autonomă pare să fie o proprietate interesantă (şi de dorit) a sistemelor axiomatice pentru calculul probabilităţilor[12].

În încheiere aş dori să definesc noţiunile *„sistem admisibil S"* şi *„cîmp borelian de probabilităţi"* cu ajutorul terminologiei noastre probabiliste „autonome". Ultima expresie provine de la Kolmogorov, totuşi eu o folosesc într-un sens ceva mai larg. Aş dori să analizez ceva mai detaliat deosebirea dintre tratarea problemei de către Kolmogorov şi tratarea mea, deoarece o astfel de discuţie mi se pare a fi instructivă.

---

[12] O cerinţă mai tare decît aceea de *independenţă autonomă* a fost deja discutată mai sus. Aceasta este cerinţa unui sistem „metric perfect". O altă algebră booleeană care lasă să se vadă independenţa lui C1 se găseşte la pag. 176 din lucrarea mea apărută în *„Synthese"*, *1 5*. (Acolo, în rîndul 10 de jos, lipseşte semnul negaţiei din faţa ultimului „a".)

Mai intii definesc în termenii teoriei probabilităţilor ce vreau să spun cînd il caracterizez pe a ca un supraelement al lui b (care este mai larg decit sau egal cu b) sau pe b ca un subelement al lui a (şi mai tare sau egal cu a din punct de vedere logic). Definiţia este următoarea. (În legătură cu aceasta, compară şi anexa *V, D3.)

a este un supraelement al lui b, sau b este un subelement al lui a — şi scriem $a \geqslant b$ — atunci şi numai atunci cînd $p(a,x) \geqslant p(b,x)$ pentru orice x din S.

Definesc acum ce înţeleg prin elementul-produs a al şirului infinit $A = a_1, a_2, \ldots$, ai cărui termeni a_n sînt elemente ale lui S.

Să presupunem că unele, eventual toate elementele lui S, sînt ordonate într-un *şir infinit* $A = a_1, a_2, \ldots$, astfel încît fiecărui element arbitrar din S îi este permis să se repete în şir. De exemplu, S constă doar din cele două elemente 0 şi 1. Atunci, atît $A = 0,1,0,1,\ldots$, cît şi $B = 0,0,0,\ldots$ sînt şiruri infinite de elemente din S, în sensul urmărit aici. Totuşi, cazul mai important este, desigur, acela al unui şir infinit A, astfel încît toţi sau aproape toţi termenii săi să fie elemente *diferite* din S, şi care, deci, va conţine infinit de multe elemente.

Un caz deosebit de interesant este acela al unui *şir infinit descrescător* (mai exact: *necrescător*), deci un şir $A = a_1, a_2, \ldots$, astfel încît $a_n \geqslant a_{n+1}$ pentru orice pereche de termeni consecutivi ai lui A.

Acum putem defini *elementul-produs* (booleean, spre deosebire de cel ansamblist) al şirului infinit $A = a_1, a_2, \ldots$, ca cel mai larg dintre acele elemente ale lui S care sînt subelemente ale oricărui termen a_n al lui A sau, în terminologia probabilistă:

$a = \pi a_n$ atunci şi numai atunci cînd a satisface următoarele două condiţii:

(I) $p(a_n, x) \geqslant p(a, x)$ pentru toate elementele a_n ale lui A şi pentru orice element x din S.

(II) $p(a, x) \geqslant p(b, x)$ pentru toate elementele x din S şi pentru orice element b din S, cînd b satisface următoarea condiţie: $p(a_n, y) \geqslant p(b, y)$ pentru toate elementele a_n şi pentru orice element y din S.

Pentru a arăta deosebirea dintre elementul nostru produs (booleean) a al lui A şi produsul ansamblist (interior) al lui A, vom limita acum discuţia noastră la astfel de exemple S, care satisfac postulatele noastre de la 2 pînă la 5 şi ale căror elemente $x, y, z, \ldots$ sînt mulţimi, astfel că xy este produsul lor ansamblist.

Principalul nostru exemplu S_1, pe care il voi desemna ca „exemplul semiintervalului absent", este următorul.

S_1 este un sistem de subintervale determinate semideschise ale intervalului universal $u = (0,1]$. S_1 conţine (a) şirul descrescător A cu termenul general $a_n = \left(0, \frac{1}{2} + 2^{-n}\right]$ şi în plus (b) produsul ansamblist a două elemente arbitrare ale sale, ca şi complementul ansamblist al oricărui element arbitrar al său.

Deci S_1 nu conţine „semiintervalul" $h = \left(0, \frac{1}{2}\right]$ şi, de asemenea, nici un subinterval nevid al lui h.

Deoarece semiintervalul absent $h = \left(0, \frac{1}{2}\right]$ este produsul ansamblist al şirului A, este clar că S_1 nu conţine produsul ansamblist al lui A. Totuşi, S_1

conține un „element-produs" (boolean) al lui A, așa cum a fost definit aici. Căci, intervalul vid satisface, bineînțeles, condiția (I) și, deoarece el este cel mai larg interval care satisface (I), satisface și (II).

În afară de aceasta, este clar că, dacă adăugăm la S_1 de pildă oricare din intervalele $b_1=\left[0, \frac{1}{8}\right]$ sau $b_2=\left[0, \frac{3}{16}\right]$ ș.a.m.d., atunci cel mai mare dintre acestea va fi elementul-produs al lui A în sensul (boolean) al definiției noastre, însă nici unul dintre ele nu va fi produsul ansamblist al lui A.

S-ar putea crede pentru moment că, din cauza existenței unui element vid în fiecare S, fiecare S, ca și S_1, va conține totdeauna un element-produs (corespunzător definiției noastre), pentru orice A arbitrar din S; căci, dacă el nu conține nici un element mai larg care să satisfacă condiția (I), elementul vid poate în orice caz să țină locul acestuia. Că lucrurile nu se petrec astfel, se vede dintr-un exemplu S_2 care, în afară de elementele lui S_1, conține elementele (și produsul ansamblist a două elemente arbitrare, ca și complementul ansamblist al fiecărui element arbitrar) șirului $B=b_1,b_2,\ldots$, unde $b_n=(0,(2^n-1)/2^{n+2}]$. Se vede ușor că, într-adevăr, fiecare b_n satisface condiția (I) pentru elementul-produs al lui A, însă nici unul din ele nu satisface condiția (II), astfel că, de fapt, nu există *nici un cel mai larg element* în S_2, care să satisfacă condiția (I) pentru elementul-produs al lui A.

Astfel, S_2 nu conține nici produsul ansamblist al lui A, nici un element-produs în sensul nostru (boolean). Totuși S_1 și toate sistemele care se obțin prin adăugarea unui număr *finit* de noi intervale (plus produse și complemente) la S_1 vor conține un element-produs al lui A în sensul nostru boolean, dar nu în sensul ansamblist, afară de cazul cînd adăugăm la S_1 tocmai semiintervalul absent $h=\left[0, \frac{1}{2}\right]$.

Reamintindu-ne că proprietatea de a fi vid a unui element a poate fi caracterizată în sistemul nostru prin $p(\bar{a},a)\neq 0$, putem defini acum un „sistem S admisibil" și un „cîmp borelian de probabilități".

(I) Un sistem S care satisface postulatele noastre de la 2 pînă la 4 se numește un *sistem admisibil* atunci și numai atunci cînd S satisface, pe lîngă postulatele noastre, și următoarea *condiție definitorie*:

Fie $bA=a_1b,a_2b,\ldots$ un șir arbitrar de elemente din S, descrescător. (În acest caz spunem că $A=a_1,a_2,\ldots$ este „descrescător în raport cu b".) În ipoteza că elementul-produs ab al acestui șir se află în S[13], trebuie să avem:

$$\lim p(a_n, b)=p(a, b).$$

---

[13] Aș fi putut să adaug aici: „și dacă $(\overline{ab}, ab)\neq 0$, astfel că ab este vidă": aceasta ar fi apropiat și mai mult formularea mea de aceea a lui Kolmogorov. Această condiție nu este însă necesară. Aș dori să semnalez aici că foarte interesanta lucrare a lui A. RÉNYI, *On a New Axiomatic Theory of Probability*, *„Acta Mathematica Acad. Scient. Hungaricae"*, *6*, 1955, p. 286–335, a fost pentru mine o confirmare extrem de îmbucurătoare a speranțelor mele. Chiar dacă îmi devenise limpede de ani de zile că sistemul lui Kolmogorov trebuia relativizat și arătasem în multe ocazii unele din avantajele matematice ale unui sistem relativizat, numai lucrarea lui Rényi mi-a arătat cît de fecundă poate fi această relativizare. Sistemele relativizate, publicate de mine începînd din 1955, sînt mai generale decît sistemul lui Rényi care, ca și cel al lui Kolmogorov, este ansamblist și nesimetric; și se poate vedea ușor că aceste generalizări ulterioare pot duce la simplificări considerabile în tratarea matematică.

(II) Un sistem admisibil se numeşte un *cîmp borelian de probabilităţi* atunci şi numai atunci cînd S conţine un element-produs pentru orice şir (absolut sau relativ) descrescător de elemente din S.

Dintre aceste două definiţii, (I) corespunde exact aşa-numitei „axiome de continuitate" a lui Kolmogorov, în timp ce (II) joacă în sistemul nostru un rol care corespunde în mare măsură, dar nu exact, definiţiei cîmpului borelian de probabilităţi în sistemul lui Kolmogorov.

Acum se poate arăta că *ori de cîte ori S este un cîmp borelian de probabilităţi în sensul lui Kolmogorov, este şi unul în sensul definit aici; în plus, probabilitatea este o funcţie de măsură aditivă numărabilă a mulţimilor care sînt elemente ale lui S.*

Definiţiile noastre pentru sisteme admisibile şi cîmpuri boreliene de probabilităţi sînt astfel construite încît toate sistemele S care satisfac postulatele noastre şi conţin un număr finit de elemente diferite sînt sisteme admisibile şi cîmpuri boreliene. Prin urmare, definiţiile noastre nu prezintă interes decît în legătură cu sisteme S *care conţin un număr infinit de elemente diferite.* Astfel de sisteme pot, sau nu pot, satisface una sau alta sau ambele noastre condiţii definitorii; cu alte cuvinte, în legătură cu sistemele infinite, condiţiile noastre definitorii sînt neredundante sau independente.

În cazul lui (I), această independenţă se poate demonstra foarte uşor dacă se porneşte de la forma lui (I) amintită în nota 13 şi se foloseşte exemplul semiintervalului absent (S_1) dat mai sus. Tot ce avem de făcut este să luăm probabilitatea $p(x)$ egală prin definiţie cu $l(x)$, adică egală cu lungimea intervalului x. Atunci, prima noastră definiţie este încălcată, deoarece $\lim p(a_n) = \frac{1}{2}$, în timp ce pentru elementul-produs (în S) al lui A, $p(a)=0$. Definiţia (II) este încălcată de exemplul nostru S_2 (care satisface prima definiţie prin nevalabilitatea premisei, adică o „satisface în vid").

În timp ce primul din aceste exemple demonstrează independenţa sau, mai exact, neredundanţa primei noastre definiţii — prin aceea că o încalcă —, el nu demonstrează, în această formă, independenţa „axiomei de continuitate" a lui Kolmogorov, care este satisfăcută indubitabil de exemplul nostru. Căci, fiecă semiintervalul absent $h=\left(0, \frac{1}{2}\right]$ este sau nu în S, h este, în orice caz, produsul ansamblist al lui A, astfel că egalitatea $a=h$ este adevărată pentru teoreticianul mulţimilor, fie că a este sau nu este în S. Iar, pentru $a=h$ este valabilă egalitatea $\lim p(a_n)=p(a)$. Deci axioma lui Kolmogorov este satisfăcută (chiar dacă renunţăm la condiţia $p(\bar{a},a)\neq 0$; cf. nota 13).

În legătură cu aceasta este demn de amintit că Kolmogorov nu a indicat în cartea sa nici o demonstraţie de independenţă pentru „axioma continuităţii" dată de el, deşi afirmă independenţa acesteia. Însă este posibil să modificăm demonstraţia noastră de independenţă astfel încît să devină aplicabilă la axioma lui Kolmogorov şi la procedeul său ansamblist. Aceasta se poate obţine alegînd în locul sistemului nostru S_1 un sistem S_3 de intervale, care este exact ca S_1, dar este construit pe un şir $C=c_1,c_2,\ldots$, definit prin $c_n=(0,2^{-n}]$, şi nu pe şirul $A=a_1,a_2,\ldots$, cu $a_n=\left(0, \frac{1}{2}+2^{-n}\right]$. Acum putem arăta independenţa axio-

mei lui Kolmogorov prin faptul că definim probabilitățile elementelor șirului A după cum urmează:

$$p(c_n) = l(c_n) + \frac{1}{2} = p(a_n).$$

Aici, $l(c_n)$ este lungimea intervalului c_n. Această definiție este extrem de contraintuitivă, deoarece ea atribuie atît intervalului $\left[0, \frac{1}{2}\right]$, cît și intervalului $(0,1]$ probabilitatea unu și deci intervalului $\left(\frac{1}{2},1\right]$ probabilitatea zero; iar faptul că ea încalcă axioma lui Kolmogorov (și prin aceasta demonstrează independența sa) se află în strînsă legătură cu caracterul ei contraintuitiv. Căci ea încalcă axioma pentru că $\lim p(c_n) = \frac{1}{2}$, cu toate că $p(c) = 0$. Din cauza acestui caracter contraintuitiv, *necontradicția* acestui exemplu nu este deloc neîndoielnică, astfel că apare necesitatea de a demonstra necontradicția sa, dacă vrem ca demonstrația de independență pentru axioma lui Kolmogorov să fie ireproșabilă din punct de vedere logic.

Totuși, ținînd seama de precedenta noastră demonstrație de independență — demonstrația independenței primei noastre definiții cu ajutorul exemplului S_1 —, această demonstrație de necontradicție este ușoară. Căci probabilitățile $p(a_n)$ și $p(c_n)$ coincid. Și, deoarece putem stabili o corespondență biunivocă între elementele lui S_1 și elementele lui S_3 prin corelarea celor două șiruri A și C, necontradicția lui S_1 demonstrează pe aceea a lui S_3.

Este clar că *orice* exemplu care demonstrează independența axiomei lui Kolmogorov trebuie să fie la fel de contraintuitiv, astfel că necontradicția sa trebuie să fie demonstrată printr-o metodă oarecare asemănătoare cu a noastră. Cu alte cuvinte, pentru demonstrarea independenței axiomei lui Kolmogorov va trebui să fie folosit un exemplu care să se bazeze în mod esențial pe o definiție (booleeană) a produsului, așa cum este a noastră, și nu pe definiția ansamblistă.

Deși orice cîmp borelian de probabilități în sensul lui Kolmogorov este și unul în sensul nostru, afirmația contrară nu este valabilă. Căci putem construi un sistem S_4, care este întru totul asemănător lui S_1, în care $h = \left(a, \frac{1}{2}\right]$ lipsește din nou și care conține în locul acestuia intervalul *deschis* $g = \left(a, \frac{1}{2}\right)$ cu $p(g) = \frac{1}{2}$. Definim, oarecum arbitrar, $\bar{g} = u - g = \left[\frac{1}{2},1\right]$ și $u-(g+\bar{g}) = uu$ (în locul punctului $\frac{1}{2}$). Este ușor de văzut că S_4 este un cîmp borelian în sensul nostru, cu g ca element-produs al lui A. Totuși, S_4 nu este cîmp borelian în sensul lui Kolmogorov, deoarece nu conține produsul ansamblist al lui A: definiția noastră permite *o interpretare printr-un sistem de mulțimi* care nu este sistem borelian de mulțimi și în care produsul și complementul nu coincid exact

cu produsul şi complementul ansamblist. Deci definiţia noastră este ceva mai largă decît aceea a lui Kolmogorov.

Demonstraţiile noastre de independenţă pentru (I) şi (II) aruncă, după părerea mea, o oarecare lumină asupra funcţiilor pe care le îndeplinesc (I) şi (II). (I) are funcţia să excludă sisteme ca S_1, pentru a asigura adecvarea în sensul teoriei măsurii a produsului (sau limitei) unui şir descrescător: limita măsurilor trebuie să fie egală cu măsura limitei. (II) are funcţia să excludă sisteme cum este S_2, cu şiruri crescătoare fără limite: ea garantează că orice şir descrescător are un produs în S şi orice şir crescător are o sumă.

Anexa *V. *Derivări în teoria formală a probabilității*

În această anexă doresc să expun cele mai importante derivări din sistemul de postulate prezentat în anexa *IV. Voi arăta cum se obțin legile marginilor superioară și inferioară ale idempotenței, comutării, asocierii și distribuției, precum și o definiție mai simplă a probabilității absolute. De asemenea, voi indica în ce fel este derivabilă algebra booleeană în sistem. (Vezi și „*Synthese*", *15*, 1963, p. 167–186.)

Aici, pentru prescurtare, scriu „C" pentru „C1" de la pagina 312.

Ca abreviere pentru „dacă... atunci..." folosesc o săgeată „...→..."; o săgeată dublă „...↔..." pentru „... atunci și numai atunci cînd ..."; „&" pentru „și"; „(Ea)..." pentru „există un a în S astfel încît..." și „(a)..." pentru „pentru orice a din S..."

Mai întîi reformulez postulatul 2 și cele șase axiome operaționale care, toate, sînt citate în demonstrații. (Restul postulatelor sînt folosite în mod implicit.) Axiomele A3 și C se subînțeleg, dacă se anticipează (vezi formula 23) că $p(a,a)=1$.

Postulatul 2. Dacă a și b sînt din S, atunci $p(a,b)$ este un număr real.

A1	$(\mathrm{E}a)(\mathrm{E}b)p(a,a)\neq p(a,b)$,
A2	$p(a,b)\neq p(a,c)\rightarrow(\mathrm{E}d)p(b,d)\neq p(c,d)$. (Vezi mai jos nota de subsol[0].)
A3	$p(a,a)=p(b,b)$.
B1	$p(ab,c)\leqslant p(a,c)$,
B2	$p(ab,c)=p(a,bc)p(b,c)$.
C	$p(a,a)\neq p(b,a)\rightarrow p(a,a)=p(c,a)+p(\bar{c},a)$. (Vezi C1, p. 274.)

Acum mă ocup de demonstrații

(1)	$p(a,a)=p(b,b)=k$	Abreviere în baza lui A3
(2)	$p((aa)a,a)\leqslant p(aa,a)\leqslant p(a,a)=k$	B1,1
(3)	$p((aa)a,a)=p(aa,aa)p(a,a)=k^2$	B2,1
(4)	$k^2\leqslant k$	2,3
(5)	$0\leqslant k\leqslant 1$	4 (și postulatul 2)
(6)	$k\neq p(a,b)\rightarrow k=k+p(\bar{b},b)$	C,1

[0] În edițiile anterioare scriam pe A2 sub forma:

$$((c)p(a,\ c)=p(b,\ c))\rightarrow p(d,\ a)=p(d,\ b).$$

Ambele moduri de a o scrie sînt echivalente conform logicii elementare.

(7)	$k \neq p(a,b) \to p(\bar{b},b) = 0$	6
(8)	$p(ab,b) = p(a,\bar{b}b)p(\bar{b},b)$	B2
(9)	$k \neq p(a,b) \to 0 = p(a\bar{b},b) \leqslant p(a,b)$	7,8,B1
(10)	$k \neq p(a,b) \to 0 \leqslant p(a,b)$	9
(11)	$k = p(a,b) \to 0 \leqslant p(a,b)$	5
(12)	$0 \leqslant p(a,b)$	10,11
(13)	$0 \leqslant p(\bar{a},b)$	12
(14)	$k \neq p(a,b) \to k \geqslant p(a,b)$	C,1,13
(15)	$p(a,b) \leqslant k \leqslant 1$	14,5
(16)	$0 \leqslant p(a,b) \leqslant k \leqslant 1$	12,15
(17)	$k = p(aa,aa) \leqslant p(a,aa) \leqslant k$	1, B1, 15
(18)	$k = p(a(aa),a(aa)) \leqslant p(a,a(aa)) \leqslant k$	1, B1, 15
(19)	$k = p(aa,aa) = p(a,a(aa))p(a,aa) = k^2$	1, B2, 17, 18
(20)	$k = k^2$	19
(21)	$(\mathrm{E}a)(\mathrm{E}b)p(a,b) \neq 0 \to k = 1$	16,20
(22)	$(\mathrm{E}a)(\mathrm{E}b)p(a,b) \neq 0$	A1
(23)	$p(a,a) = k = 1$	1, 21, 22
(24)	$(\mathrm{E}b)(\mathrm{E}a)p(b,a) \neq k$	A1, 1
(25)	$(\mathrm{E}a)p(\bar{a},a) = 0$	7, 24

Acum am demonstrat toate legile marginilor superioară și inferioară: (12) și (15), care sînt concentrate în (16), arată că probabilitățile sînt mărginite de 0 și 1. (23) și (25) arată că aceste margini sînt atinse efectiv.

(26)	$0 \leqslant p(a,bc) \leqslant 1$	16
(27)	$p(ab,c) \leqslant p(b,c)$	B2, 26

Aceasta este a doua lege a monotoniei; ea este analoagă lui B1.

(28)	$1 = p(ba,ba) \leqslant p(a,ba) = 1$	23, 27, 15
(29)	$p(ab,a) = p(b,a)$	B2, 28

Aceasta este o formă a „legii redundanței" (cf. 29′ și 29+ din nota 1, p. 335).

Acum ne ocupăm de derivarea legilor „algebrice" („algebrice", spre deosebire de cele „metrice"), care sînt preluate de obicei din algebra booleeană. (Vezi pag. 276 și urm.)

(30)	$1 = p(ab,ab) \leqslant p(a,ab) = 1$	23, B1, 15
(31)	$p(aa,b) = p(a,ab)p(a,b)$	B2
(32)	$p(aa,b) = p(a,b)$	30, 31

Aceasta este legea idempotenței, numită uneori și „legea tautologiei" sau „legea lui Boole". Acum ne ocupăm de derivarea legii comutării.

(33)	$p(a(bc),a(bc))=1$	23
(34)	$p(bc,a(bc))=1$	33, 27, 15
(35)	$p(b,a(bc))=1$	34, B1, 15
(36)	$p(ba,bc)=p(a,bc)$	35, B2
(37)	$p((ba)b,c)=p(ab,c)$	36, B2
(38)	$p(ba,c)\geqslant p(ab,c)$	37, B1
(39)	$p(ab,c)\geqslant p(ba,c)$	38 (subst.)
(40)	$p(ab,c)=p(ba,c)$	38, 39

Aceasta este legea comutării pentru primul argument. (Pentru a o extinde la al doilea argument, ar trebui să folosim A2.) La derivarea sa din (23) au fost utilizate doar cele două legi ale monotoniei (B1 și 27) și B2. Acum ne ocupăm de derivarea legii de asociere.

(41)	$p(ab,d((ab)c))=1$	35 (subst.)
(42)	$p(a,d((ab)c))=1=p(b,d((ab)c))$	41, B1, 15; 27
(43)	$p(a,(bc)((ab)c))=1$	42 (subst.)
(44)	$p(a(bc),(ab)c)=p(bc,(ab)c)$	43,B2
(45)	$p(bc,(ab)c)=p(b,c((ab)c))p(c,(ab)c)$	B2
(46)	$p(b,c((ab)c))=1$	42 (subst.)
(47)	$p(c,(ab)c)=1$	23, 27, 15
(48)	$p(a(bc),(ab)c)=1$	44 pînă la 47

Aceasta este o formă preliminară a legii de asociere. (62) rezultă din aceasta în baza lui $A2^+$ (și B2), totuși, unde este posibil, evit utilizarea lui A2 sau $A2^+$.

(49)	$p(a(b(cd)),d)=p(cd,b(ad))p(b,ad)p(a,d)$	40, B2
(50)	$p(a(bc),d)=p(c,b(ad))p(b,ad)p(a,d)$	40, B2
(51)	$p(a(bc),d)\geqslant p(a(b(cd)),d)$	49, 50, B1

Într-o oarecare măsură, aceasta este o generalizare slabă a primei legi de monotonie B1.

(52)	$p(a(b(cd)),(ab)(cd))=1$	48 (subst.)
(53)	$p((a(b(cd))(ab),cd)=p(ab,cd)$	52, B2
(54)	$p(a(b(cd)),cd)\geqslant p(ab,cd)$	53, B1
(55)	$p((a(b(cd)))c,d)\geqslant p((ab)c,d)$	54, B2
(56)	$p(a(b(cd)),d)\geqslant p((ab)c,d)$	55, B1
(57)	$p(a(bc),d)\geqslant p((ab)c,d)$	51, 56

Aceasta este o jumătate din legea asocierii.

(58)	$p((bc)a,d)\geqslant p((ab)c,d)$	57, 40
(59)	$p((ab)c,d)\geqslant p(b(ca),d)$	58 (subst.), 40
(60)	$p((bc)a,d)\geqslant p(b(ca),d)$	58, 59
(61)	$p((ab)c,d)\geqslant p(a(bc),d)$	60 (subst.)

Aceasta este a doua jumătate a legii de asociere.

(62) $p((ab)c,d)=p(a(bc),d)$ 57, 61

Aceasta este forma completă a legii asocierii pentru primul argument (vezi și formula (g) de la p. 309—310, în anexa* IV). Legea pentru al doilea argument se obține prin folosirea lui A2. (Aplicarea de două ori a lui B2 la ambele părți ale lui (62) conduce doar la o formă condițională cu „$p(bc,d)\neq 0\rightarrow$" ca antecedent.)

Acum mă ocup de o generalizare a axiomei de complementare, C. Începînd de acum, voi formula derivările mele ceva mai concis.

(63) $p(\bar{b},b)\neq 0\longleftrightarrow(c)p(c,b)=1.$ 7, 25

(64) $p(a,b)+p(\bar{a},b)=1+p(\bar{b},b)$ C, 23, 63

Aceasta este o formă necondițională a principiului de complementare C, pe care o generalizez acum.

Deoarece (64) este necondițională și „a" nu apare în membrul drept, putem substitui pe „a" cu „c" și să afirmăm

(65) $p(a,b)+p(\bar{a},b)=p(c,b)+p(\bar{c},b)$ 64

(66) $p(a,bd)+p(\bar{a},bd)=p(c,bd)+p(\bar{c},bd)$ 65

Prin înmulțirea cu $p(b,d)$, obținem:

(67) $p(ab,d)+p(\bar{a}b,d)=p(cb,d)+p(\bar{c}b,d)$ 66, B2

Aceasta este o generalizare a lui (65). Prin substituție, obținem:

(68) $p(ab,c)+p(\bar{a}b,c)=p(cb,c)+p(\bar{c}b,d)$ 67

Din cauză că

(69) $p(\bar{c}b,c)=p(\bar{c},c)$, 7, B1, 23, 63,

putem să scriem pe (68) și mai concis, iar, în analogie cu (64), sub forma:

(70) $p(ab,c)+p(\bar{a}b,c)=p(b,c)+p(\bar{c},c)$ 68, 69, 29.

Aceasta este generalizarea formei necondiționale a lui C, adică a formulei (64)[1].

---

[1] Pentru derivarea lui (70) folosim formula (29) sub forma

$p(cb,\ c)=p(b,\ c)$ 29 (subst.)

Acestei formule putem să-i aplicăm acum formula (40), astfel că obținem

(29′) $p(ab,\ b)=p(a,\ b)$ 29, 40

Aceasta este o altă formă a legii de redundanță, care, într-o formă mai generală, spune:

(29+) $p(b,\ c)=1\rightarrow p(a\bar{b},\ c)=p(\bar{c},\ c)$ și de aici, mai departe $\rightarrow p(ab,\ c)=p(a,\ c)$ 64, 70, 40

Aici putem adăuga și legea idempotenței pentru al doilea argument:

(30′) $p(ab,\ b)=p(a,\ bb)=p(a,\ b)$. B2, 23, 29′.

(71) $p(aa,b)+p(\bar{a}a,b)=p(a,b)+p(\bar{b},b)$ 70
(72) $p(\bar{a}a,b)=p(a\bar{a},b)=p(b,b)$ 40,71, 32
(73) $p(\bar{a}a,b)+p(\overline{\bar{a}a},b)=p(a\bar{a},b)+p(\overline{a\bar{a}},b)=1+p(b,b)$ 64
(74) $p(\overline{\bar{a}a},b)=1=p(\overline{a\bar{a}},b)$ 72, 73

Cu aceasta s-a demonstrat că putem îndeplini condiția postulatului AP, dacă punem $b=\overline{a\bar{a}}$. Prin urmare, obținem

(75) $p(a)=p(a,\overline{a\bar{a}})=p(a,\overline{\bar{a}a})=p(a,\overline{b\bar{b}})=p(a,\overline{\bar{b}b})$, 23, 74, AP

deci o definiție mai ușor de aplicat a probabilității absolute.

După aceea derivăm legea generală a adunării

(76) $p(a,\bar{b},c)=p(a,c)-p(ab,c)+p(\bar{c},c)$ 70, 40
(77) $p(\bar{a}\bar{b},c)=p(\bar{a},c)-p(\bar{a}b,c)+p(\bar{c},c)$ 76
(78) $p(\bar{a}\bar{b},c)=1-p(a,c)-p(b,c)+p(ab,c)+p(\bar{c},c)$ 77, 76, 64, 40
(79) $p(\overline{\bar{a}\bar{b}},c)=p(a,c)+p(b,c)-p(ab,c)$ 78, 64

Aceasta este o formă a legii generale a adunării, cum se vede imediat, dacă ne amintim de faptul că „$\overline{\bar{a}\bar{b}}$" în sistemul nostru semnifică același lucru ca „$a+b$" în sens booleean. Este demn de remarcat că (79) are forma obișnuită: ea este necondiționalä *și* nu conține neobișnuita „$+p(\bar{c},c)$". (79) poate fi generalizată mai departe:

(80) $p(\overline{\bar{b}\bar{c}},ad)=p(b,ad)+p(c,ad)-p(bc,ad)$ 79
(81) $p(a\overline{\bar{b}\bar{c}},d)=p(ab,d)+p(ac,d)-p(a(bc),d)$ 80, B2, 40

Aceasta este o generalizare a lui (79).

Acum ajungem la derivarea legii de distribuție. Din (79), (81) și o lemmă simplă, (84), pe care aș dori să o numesc „lemma distribuției" și care este o generalizare a lui (32) și (62), rezultă:

(82) $p(a(bc),d)=p(a,(bc)d)p(bc,d)=p((aa)(bc),d)$ B2, 32
(83) $p(((aa)b)c,d)=p(a(ab),cd)p(c,d)=p(((ab)a)c,d)$ B2, 62, 40
(84) $p(a(bc),d)=p((ab)(ac),d)$ 82, 83,62

În plus, din (30) obținem prin substituție

(31′) $p(a,\overline{a\bar{a}})=1$ 30

și, în același fel, din (28)

(32′) $p(\bar{a},\overline{a\bar{a}})=1$ 28

În baza lui C, aceasta ne dă

(33′) $p(a,\overline{\bar{b}b})=1$ 31′, 32′, C

De aici avem

(34′) $(Eb)(a)p(a,b)=1$ 33′
(35′) $(Ea)p(\bar{a},a)=1$ 34′

Vezi și (25). Formulele de la (31′) pînă la (35′) *nu apar printre teoremele sistemelor obișnuite.*

Aceasta este „lemma distribuției“

(85) $p(\overline{\overline{ab}\,\overline{ac}},d)=p(ab,d)+p(ac,d)-p((ab)(ac),d)$ 79 (subst.)

Acum putem aplica „lemma distribuției“ acestei formule și lui (81) și obținem:

(86) $p(a\overline{\bar{b}\bar{c}},d)=p(\overline{\overline{ab}\,\overline{ac}},d)$ 81, 85, 84

Aceasta este o formă a primei legi de distribuție. Ea se poate aplica primului membru al următoarei formule:

(87) $p(\overline{\bar{b}\bar{\bar{b}}}a,c)=p(\overline{\bar{b}\bar{\bar{b}}},ac)p(a,c)=p(a,c)$ B2, 74

Atunci obținem:

(88) $p(\overline{\overline{ab}\,\overline{a\bar{b}}},c)=p(a,c).$ 86, 87, 40

Trebuie să luăm în considerație că

(89) $p(\bar{\bar{a}}b,c)=p(ab,c)$ 68 (subst.)
(90) $p(a,c)=p(b,c)\rightarrow p(\bar{a},c)=p(\bar{b},c)$ 64

Prin urmare avem:

(91) $p(\overline{\bar{a}\overline{\overline{\bar{b}\bar{c}}}},d)=p(\overline{\bar{a}\bar{b}\bar{c}},d)$ 62, 89, 40
(92) $p(\overline{\overline{\overline{\bar{a}\bar{b}}}\bar{c}},d)=p(\overline{\bar{a}\overline{\overline{\bar{b}\bar{c}}}},d)$ 90, 91

Aceasta este legea de asociere pentru suma booleeană. Prin substituția complementelor lui a și b în (40) găsim:

(93) $p(\overline{\bar{a}\bar{b}},c)=p(\overline{\bar{b}\bar{a}},c)$ 40, 90

Aceasta este legea de comutare pentru suma booleeană. În același mod obținem

(94) $p(\overline{\bar{a}\bar{a}},b)=p(a,b)$ 30, 89, 90

Aceasta este legea idempotenței (legea lui Boole) pentru suma booleeană Din (87) obținem

(95) $p(a,b)=p(a,b\overline{c\bar{c}})$ 87, 40, A2
(96) $p(a,b)p(b)=p(ab)$ 95, B2, 75

Aceasta se poate scrie și astfel:

(97) $p(b)\neq 0\rightarrow p(a,b)=p(ab)/p(b)$ 96

Această formulă arată că, pentru $p(b)\neq 0$, noțiunea noastră generalizată de probabilitate relativă coincide cu noțiunea obișnuită și că calculul nostru este o generalizare a calculului obișnuit. Faptul că avem de-a face cu o generalizare esențială devine evident din formulele de la (31′) pînă la (35′) din nota 1 ca și din exemplele care au fost date în anexa *IV și care arată com-

patibilitatea sistemului nostru cu următoarea formulă (E) (Vezi și (E′) la p. 286.):

(E) $(Ea)(Eb)(Ec)p(a,b)=1$ și $p(a,bc)=0$.

Aceasta este o formulă care, ce-i drept, nu este valabilă în multe interpretări finite ale lui S al nostru, însă este cu siguranță valabilă în interpretările infinite normale ale acestuia.

Acum, pentru a demonstra că orice interpretare necontradictorie a lui S trebuie să fie o algebră booleeană, constatăm că

(98) $((x)p(a,x)=p(b,x))\rightarrow p(ay,z)=p(by,z)$ B2

(99) $((x)p(a,x)=p(b,x))\rightarrow p(y,az)=p(y,bz)$ 98, A2

Este interesant că A2 este necesară la derivarea lui (99): formula (99) nu rezultă din 98, 40 și B2 deoarece, se poate foarte bine ca $p(a,z)=p(b,z)=0$ (Aceasta se va întîmpla, de exemplu, cînd $\bar{a}=z\neq x\bar{x}$.)

(100) $((x)(p(a,x)=p(b,x)\&p(c,x)=p(d,x)))\rightarrow p(ac,y)=p(bd,y)$ 99, B2

Cu ajutorul lui (90), (100) și A2 se poate arăta acum ușor că în toate cazurile în care este satisfăcută condiția

(⁝) $p(a,x)=p(b,x)$ pentru orice x din S,

este valabilă următoarea afirmație: orice nume al elementului a poate fi substituit în locul oricărui nume al elementului b în unele sau în toate aparițiile din orice formulă a calculului, fără ca prin aceasta să fie schimbată valoarea de adevăr a formulei; cu alte cuvinte, condiția (⁝) garantează *echivalența substituțională* a lui a și b.

Avînd în vedere acest rezultat, definim acum echivalența booleeană a două elemente a și b în felul următor:

(D1) $a=b\longleftrightarrow(x)p(a,x)=p(b,x)$.

Din această definiție obținem imediat formulele

(A) $a=a$

(B) $a=b\rightarrow b=a$

(C) $(a=b\&b=c)\rightarrow a=c$

(D) $a=b\rightarrow a$ poate înlocui pe b în unele sau în toate locurile oricărei formule arbitrare, fără a schimba valoarea ei de adevăr. A2, 90, 100

Putem introduce și o a doua definiție

(D2) $a=b+c\longleftrightarrow a=\overline{\bar{b}\bar{c}}$

Atunci obținem:

(I) Dacă a și b se află în S, atunci $a+b$ se află în S (Postulatul 3, D2, D1, 90, 100)

(II) Dacă a este din S, atunci $\bar{a}$ este din S (Postulatul 4)

(III) $a+b=b+a$ 93, D2

(IV) $(a+b)+c=a+(b+c)$ 92, D2

(V) $a+a=a$ 94, D2

(VI) $ab+a\bar{b}=a$ 88, D2

(VII) $(\mathrm{E}a)(\mathrm{E}b)a \neq b$ 25, 74, 90, D1

Sistemul (A)—(D2) şi (I)—(VI) este însă un binecunoscut sistem de axiome pentru algebra booleeană, care apare la Huntington, şi se ştie că toate formulele valabile ale algebrei booleene sînt derivabile din acest sistem.[2]

Deci S este o algebră booleeană. Şi, deoarece algebra booleeană poate fi interpretată ca logică a deducţiei, putem afirma că *calculul probabilităţilor în interpretarea sa logică este o generalizare veritabilă a logicii deducţiei.*

În special, se poate spune că formula „$a \geqslant b$", care este definibilă prin

D3 $a \geqslant b \longleftrightarrow ab=b,$

în interpretare logică înseamnă: „a rezultă din b" (sau „b implică logic pe a").

Se poate uşor demonstra că

(+) $a \geqslant b \rightarrow p(a,b)=1.$

Aceasta este o formulă importantă[3] care este afirmată de mulţi autori, dar, totuşi, este nevalabilă în sistemele obişnuite — presupunînd că acestea sînt necontradictorii. Căci, pentru a face formula valabilă, trebuie să admitem egalitatea

$$p(a,a\bar{a})+p(\bar{a},a\bar{a})=2$$

(vezi mai sus 31′ şi 32′ din nota 1), însă, pe de altă parte, desigur şi egalitatea:

$$p(a+\bar{a},a\bar{a})=1$$

Adică, în sistem nu pot fi afirmate formule ca $p(a+\bar{a},b)=p(a,b)+p(\bar{a},b)$ în mod necondiţionat. (Cf. cu axioma noastră C.)

Evident, conversa lui (+), adică

$$„p(a,b)=1 \rightarrow a \geqslant b“,$$

---

[2] Cf. E. V. HUNTINGTON, „*Transactions Am. Math. Soc.*", *35*, 1933, p. 274—304. Sistemul (I)—(VI) este „a patra mulţime" a lui Huntington şi este tratată la p. 280. La aceeaşi pagină se află (A)—(D), ca şi (D2). Formula (V) este redundantă, aşa cum a arătat Huntington la p. 557 şi urm. ale aceluiaşi volum. El presupune şi (VII).

[3] De exemplu, ea este afirmată de H. JEFFREYS, *Theory of Probability*, § 1.2 „Convention 3". Dar dacă ea este admisă, teorema sa 4 devine imediat contradictorie, deoarece ea este afirmată fără o condiţie analoagă condiţiei noastre „$p(b) \neq 0$". În această privinţă, Jeffreys a corectat formularea teoremei 2 în a doua sa ediţie din 1948: totuşi, aşa cum arată teorema 4 (şi multe altele), sistemul său rămîne mai departe contradictoriu (cu toate că recunoaşte în a doua ediţie, la p. 35, că două propoziţii contradictorii implică logic orice propoziţie; cf. nota *2 de la paragraful *23* şi răspunsul meu către Jeffreys din „*Mind*", *52*, 1943, p. 47 şi urm.). După publicarea în limba engleză a cărţii mele, Jeffreys a realizat *parţial*, în a treia ediţie (1961) a lucrării sale *Theory of Probability*, corectura menţionată aici; cf. p. 35 (şi nota sa de subsol de la p. 36, care este discutată aici în anexa *VIII, nota 10); însă, deoarece el nu a modificat teorema sa 4, la p. 22, sistemul său formal rămîne totuşi contradictoriu.

trebuie să *nu* fie demonstrabilă, aşa cum arată al doilea şi al treilea exemplu la demonstraţia necontradicţiei. (Cf. şi formula (E) de la p. 322 şi 338.) De aceea, „$p(a,b)=1$" trebuie interpretată ca „*aproape sigură*" sau, în interpretarea logică, ca „a rezultă cel puţin din b". Însă există alte echivalenţe valabile în sistemul nostru, cum ar fi

(‡) $a \geqslant b \longleftrightarrow p(a,\bar{a}b) \neq 0$

$a \geqslant b \longleftrightarrow p(a,\bar{a}b) = 1$

Nici una din acestea nu poate fi valabilă în sistemele obişnuite, în care $p(a,b)$ este nedefinită, în afară de cazul că $p(b) \neq 0$. De aceea, este destul de limpede că sistemele obişnuite de probabilitate sînt desemnate în mod eronat ca generalizări ale logicii: ele sînt improprii în mod formal pentru acest scop, căci nu implică nici măcar algebra booleeană.

Deci, în interpretarea ei logică (care nu este deloc cea mai importantă), probabilitatea relativă se poate concepe ca generalizare a noţiunii de derivabilitate. Totuşi, este important să *nu* confundăm derivabilitatea lui a din b cu „implicaţia materială", adică cu propoziţia condiţională „dacă b, atunci a" („$b \supset a$"), care este o propoziţie de acelaşi fel ca a şi b, în timp ce „a rezultă din b" şi „$p(a,b)=r$" sînt afirmaţii *despre* a şi b. Reichenbach a propus de mult ca $p(a,b)$ să fie considerată ca gradul de valabilitate a lui $b \supset a$, cu alte cuvinte să se pună: $p(a,b)=p(b \supset a)$[4]. Pentru a analiza această propunere, eu am calculat în 1938 „$Exc(a,b)$", adică „excesul" sau „excedentul" lui $p(b \supset a)$ peste $p(a,b)$. Chiar înainte de a calcula, vedem că $-1 \leqslant Exc \leqslant +1$

[4] „*Mathem. Zeitschrift*", *34*, 1932, p. 572. Propunerea lui Reichenbach de a interpreta astfel pe $p(a, b)$ a fost repusă din nou în discuţie, într-o formă foarte îmbunătăţită, de A. H. Copeland şi, în cea mai recentă, de H. LEBLANC, „*The Journal of Philosophy*", *53*, 1956, p. 679. De asemenea, H. Leblanc a afirmat în diverse lucrări (de exemplu „*Journal of Symbolic Logic*", *24*, Nr. 4, 1959, p. 318, unde apar ca „supplements" necesare două reguli redundante; şi acelaşi „*Journal*", *25*, Nr. 3, 1960) că eu am dovedit doar derivabilitatea algebrei booleene din teoria mea a probabilităţii, dar nu şi pe aceea a logicii propoziţiilor. Însă această afirmaţie este incorectă, deoarece chiar mai sus spuneam că, în interpretarea logică,

D3 $a \geqslant b \longleftrightarrow ab=b$ (vezi p. 22)

înseamnă „a rezultă din b"; aceasta înseamnă însă că am indicat că pentru interpretarea logică este valabilă următoarea formulă (L):

(L) $a \geqslant b \longleftrightarrow \vdash b \supset a$

Aici „$\vdash$" este semnul de asertare al lui Frege-Russell.

Dacă se preferă modul de scriere obişnuit din logica propoziţiilor (din calculul propoziţiilor), atunci observaţia mea se poate formula şi astfel:

(AL) $a \geqslant b \longleftrightarrow \vdash p \supset q$,

presupunînd că „a" este numele implicatului, iar „b" acela al implicantului din implicaţia din membrul drept al formulei (AL). Însă această observaţie a mea este în mod banal suficientă pentru a deriva din algebra booleeană toate implicaţiile demonstrabile şi, deci, întregul calcul al propoziţiilor.

O formulă similară (pentru aceeaşi metodă de simbolizare, este

(AL+) $a=b \longleftrightarrow \vdash p=q$

şi că, dacă b este contradictoriu, $Exc(a,b)=0$. Dacă b este necontradictoriu, găsim $Exc(a,b)=p(\bar{a},b)p(\bar{b})$. Însă în sistemul nostru sînt valabile necondiţionat relaţiile: $Exc(a,b)=(1-p(a,b))p(\bar{b})=p(\bar{a},b)p(\bar{b})(1-p(\bar{b},b))\geqslant 0$. Dacă a şi b sînt independenţi în sens probabilist şi b este necontradictoriu, atunci $Exc(a,b)=p(\bar{a})p(\bar{b})$. În acest caz, dacă $p(a,b)=0=p(b)$, avem şi $Exc(a,b)=1$. Acest caz este realizat de un b necontradictoriu şi un a arbitrar, dacă $p(b)=0$, iar a fie că este independent de b şi $p(a)=0$, fie că este incompatibil sau aproape incompatibil cu b. (Exemplu: $a=$ „Există un corb alb"; $b=\bar{a}$.) De aceea, interpretarea lui $p(a,b)$ prin $p(b\supset a)$ este în mod evident cu totul necorespunzătoare.

În baza caracterului său formal, sistemul nostru se poate interpreta, de exemplu, ca o logică polivalentă (cu arbitrar de multe valori discrete, dense sau continue) sau ca un sistem de logică modală. Aceasta se poate face chiar în multe feluri. De pildă, putem defini pe „a implică în mod necesar b" prin „$p(b,a\bar{b})\neq 0$", cum s-a indicat mai sus, sau pe „a este logic necesar" prin „$p(a,\bar{a})=1$". Chiar problema dacă o propoziţie necesară este necesară cu necesitate, îşi găseşte locul său natural în teoria probabilităţii: ea este strîns legată de relaţia dintre propoziţii probabiliste primare şi secundare, care joacă un rol important în teoria probabilităţii (aşa cum se arată în anexa *IX, punctul *13 al celei de a treia Note). Dacă scriem „$\vdash x$" în loc de „x este necesar" (în sensul de logic demonstrabil) şi „h" în loc de „$p(a,\bar{a})=1$", putem adăuga *aproximativ* următoarele:

$$\vdash a \rightarrow \vdash „p(h,\bar{h})=1",$$

ceea ce poate fi interpretat ca propoziţia: $\vdash a$ implică faptul că a este necesară; şi, deoarece aceasta înseamnă aproximativ

$$\vdash a \rightarrow \vdash „p(„p(a,\bar{a})=1", \overline{„p(a,\bar{a})=1"})=1,"$$

obţinem propoziţii probabiliste (secundare) despre propoziţii probabiliste (primare).

Însă există desigur alte (şi mai bune) moduri de interpretare a relaţiei dintre propoziţiile probabiliste primare şi secundare. (După unele interpretări, n-am putea să le considerăm ca aparţinînd aceluiaşi nivel de limbaj sau eventual nici aceluiaşi limbaj.)

Adaos (1968). Penultimul alineat al anexei este independent de tot ceea ce precede sau urmează încă. Acest alineat propune o combinaţie de propoziţii probabiliste primare şi secundare într-o *formulă* — ceva ce mie nu mi s-a părut niciodată cu totul sigur. De cînd DAVID MILLER în „*British Journal for the Philosophy of Science*" (*17*, 1965, p. 59—61) a derivat un paradox pentru un caz particular şi deci, după părerea mea, a dovedit drept paradox şi o notă de a mea (vezi „*British Journal for the Philosophy of Science*", *10*, 1959, p. 39, formula PP; vezi şi „*B.J.P.S.*", *19*, 1968, p. 145, nota 2), aceste lucruri îmi par şi mai puţin sigure. De aceea, aş dori să consider acest penultim alineat ca o tentativă care s-ar putea dovedi uşor drept eşec. (Ceva asemănător e valabil poate şi pentru secţiunea *13 a noii anexe *IX, p. 391—393.)

Aici aş dori să adaug încă ceva asupra *probabilităţii absolute*, o problemă care joacă un rol şi în acel loc (p. 369—371).

Orice funcţie de probabilitate relativă $p(a,b)$ conduce la o probabilitate absolută $p(a)$; căci egalităţile

$$p(a,\overline{a\bar{a}})=p(a,a+\bar{a})=p(a) \qquad (75,\ p.\ 335;\ D2,\ p.\ 338)$$

sînt valabile, în afară de cazul cînd se interzice în mod arbitrar substituirea lui b din $p(a,b)$ cu o tautologie. Însă bineînţeles că această probabilitate „absolută" este la rîndul ei relativă la sistemul S ales (care, aşa cum am văzut, este o algebră booleeană). $\overline{a\bar{a}}$ sau $a+\bar{a}$ este pur şi simplu elementul unitate al acestei algebre booleene. Acest element nu trebuie să fie identificat nicidecum cu o tautologie logică, deşi el *poate* fi identificat astfel *într-o interpretare pur logică.*

Deci, dacă alegem sistemul nostru S, elementul unitate $a+\bar{a}$ corespunde cam la ceea ce acceptăm ca neproblematic.

Addendum, 1964

Am constatat ulterior că următorul sistem de trei axiome, A,BD şi CD, este echivalent cu sistemul de şase axiome de la p. 362 şi 376.

A $\quad (\mathrm{E}a)(\mathrm{E}b)p(a,a)\neq p(a,b)$

BD $\quad ((d)p(ab,d)=p(c,d))\longleftrightarrow(e)(f)(p(a,b)\leqq p(c,b)\ \&\ p(a,e)\geqq$
$\geqq p(c,e)\leqq p(b,c)\&((p(b,e)\leqq p(f,e)\&p(b,f)\geqq p(f,f)\leqq$
$\leqq p(e,f))\rightarrow p(a,f)p(b,e)=p(c,e)))$

CD $\quad p(\bar{a},b)=p(b,b)-p(a,b)\longleftrightarrow(\mathrm{E}c)p(b,b)\neq p(c,b)$

Am găsit de atunci şi un exemplu care nu satisface A2, dar care satisface toate celelalte axiome *şi* postulatul AP (vezi nota 10 de la p. 339). Exemplul de la p. 370—371 poate fi modificat (punînd $p(2)=1/2, p(a,b)=1$ ori de cîte ori $p(b)=0$ şi punînd $p(a,b)=p(ab)/p(b)$ ori de cîte ori $p(b)\neq 0$), astfel încît se obţine o *algebră booleeană* care demonstrează independenţa lui C.

Vezi şi lucrarea mea *Conjectures and Refutations*, 1963, p. 388 şi urm.; ediţia a treia şi a patra a cărţii mele *Logik der Forschung* şi „*Synthese*", nr. 15, 1963, p. 167—186 şi nr. 21, 1970, p. 107.

*VI. *Asupra neregularității obiective sau a hazardului*

Pentru o teorie obiectivă a probabilității și aplicarea ei la noțiuni ca entropia (sau dezordinea moleculară), este esențială o caracterizare obiectivă a *neregularității sau dezordinii întîmplătoare ca tip de ordine.*

În această anexă voi schița pe scurt unele din problemele generale, la a căror rezolvare contribuie probabil această caracterizare și voi arăta de asemenea în ce mod se pot aborda aceste probleme.

(1) Distribuția vitezelor moleculelor unui gaz ce se află în stare de echilibru este presupusă ca *întîmplătoare* (cu foarte mare aproximație). La fel, pare să fie *întîmplătoare* distribuția nebuloaselor cosmice, la o densitate totală constantă a fenomenului. Apariția ploilor în zilele de duminică este întîmplătoare: într-o perioadă mai lungă cad cantități egale de ploaie în fiecare zi a săptămînii, iar faptul că miercuri (sau în oricare altă zi) a plouat nu ne ajută deloc să prezicem că duminica următoare va ploua sau nu va ploua.

(2) Avem anumite *posibilități* statistice de *testare* a hazardului.

(3) Putem explica hazardul ca „absență a regularității", ceea ce, însă, nu ne ajută mai departe, așa cum vom vedea. Căci nu există nici o posibilitate să verificăm *în general* existența sau neexistența regularității, putîndu-se verifica doar existența sau neexistența regularităților *specifice* date sau asertate. De aceea, cercetările noastre asupra hazardului nu exclud niciodată orice regularitate: putem verifica dacă există, sau nu, o corelație semnificativă între ploi și duminici, deci, dacă o formulă dată, pentru prezicerea ploilor în zilele de duminică, corespunde, de pildă „cel puțin o dată la trei săptămîni"; însă, deși putem respinge această formulă pe baza testărilor noastre, totuși nu putem stabili prin acestea dacă există, sau nu, o formulă mai bună.

(4) În aceste împrejurări, am fi tentați să spunem că hazardul sau dezordinea nu poate fi un tip de ordine descriptibil în mod obiectiv, ci trebuie interpretată ca o *lipsă a cunoașterii noastre* asupra ordinii existente — dacă o astfel de ordine există în general. Cred că trebuie să ne împotrivim acestei tentații și că poate fi dezvoltată o teorie care permite să construim în mod real *tipuri ideale de dezordine sau de neregularitate* (și, evident, chiar tipuri ideale de ordine, ca și tipuri ale tuturor gradelor cuprinse între aceste două extreme).

(5) Cea mai simplă problemă din acest domeniu, și, în același timp, problema a cărei rezolvare cred că am găsit-o, este aceea a construcției unor *tipuri ideale unidimensionale de dezordine sau neregularitate,* sub forma de șiruri de zerouri și unuri, ideal neregulate.

Problema construcţiei unui astfel de şir rezultă imediat din orice teorie frecvenţială a probabilităţii, care operează cu şiruri infinite. Aceasta se poate arăta astfel.

(6) După von Mises, un şir de zerouri şi unuri este neregulat atunci cînd nu admite nici un *sistem de joc*, deci nici un sistem care ne-ar permite să selectăm anticipat un subşir în care apare altă distribuţie decît în şirul iniţial. Dar von Mises admite, evident, că orice sistem de joc poate funcţiona „întîmplător" un timp oarecare; se cere doar ca el să nu funcţioneze *la nesfîrşit* — sau, mai exact spus, pentru un număr infinit de încercări.

Prin urmare, un colectiv al lui Mises poate fi extrem de regulat *în segmentul său iniţial*: presupunînd că el devine neregulat la sfîrşit, *rezultă că*, pe baza regulii lui Mises, nu poate fi exclus nici un colectiv care începe foarte regulat, de pildă cu

00 11 00 11 00 11 ...

şi aşa mai departe, pînă la rangul cinci sute de milioane.

(7) Este clar că nu putem testa empiric acest gen de hazard amînat şi, este clar, mai departe, că, atunci cînd cercetăm neregularitatea unui şir, ne gîndim la alt gen de hazard, şi anume, la un şir care se comportă „destul de întîmplător" *de la bun început.*

Însă la rîndul ei expresia „de la bun început" creează o problemă aparte. Este şirul 010110 întîmplător? Desigur că el este *prea scurt* pentru a putea să răspundem cu da sau nu. Însă dacă spunem că avem nevoie de un *şir lung* pentru a decide asupra unei astfel de întrebări, atunci se pare că retractăm ceea ce am spus mai înainte, şi anume, că şirul trebuie să fie întîmplător „de la bun început".

(8) Rezolvarea acestei dificultăţi se obţine prin construcţia unui *şir aleator ideal* — a unui şir care este atît de neregulat în fiecare segment iniţial, fie că este scurt, fie că este lung, cît o permite lungimea segmentului respectiv; cu alte cuvinte, este vorba de un şir al cărui grad *n* de neregularitate (adică libertatea sa *n* faţă de efectele ulterioare) creşte odată cu lungimea şirului, atît de repede, pe cît este matematic posibil.

S-a arătat deja în anexa IV a cărţii cum se construieşte un astfel de şir. (În special, vezi nota *1 la anexa IV cu trimiterea la o lucrare a Dr. L.R.B. Elton şi a mea, încă nepublicată.)

(9) Mulţimea infinită a tuturor şirurilor care au acest caracter se poate numi *tipul ideal de alternative neregulate* cu distribuţie egală.

(10) Chiar dacă în legătură cu aceste şiruri nu se mai cere decît să fie „puternic neregulate" — în sensul că segmentele finite iniţiale vor trece toate testele de neregularitate, *se poate arăta uşor că ele posedă limite de frecvenţă*, în sensul în care aceasta se cere în cadrul teoriilor frecvenţiale. Aceasta rezolvă într-un mod simplu una din problemele principale din capitolul meu asupra probabilităţii — eliminarea axiomei limitei prin reducerea comportării la limită a şirurilor la comportarea întîmplătoare în segmente finite.

(11) Construcţia se poate extinde destul de uşor în ambele sensuri ale cazului unidimensional, punînd în corelaţie, de pildă, primul, al doilea, ... din termenii de rang impar cu primul, al doilea, ... punct al direcţiei pozitive şi primul, al doilea, ... termen de rang par cu primul, al doilea, ... punct al

direcţiei negative; cu ajutorul unor metode asemănătoare se poate extinde construcţia la celulele unui spaţiu n-dimensional.

(12) În timp ce alţi teoreticieni ai frecvenţei — în special von Mises, Capeland, Wald şi Church — s-au ocupat mai ales de definirea cît se poate de strictă a şirurilor neregulate prin eliminarea „tuturor" sistemelor de joc („tuturor" în sensul cît se poate de larg, în care o astfel de eliminare este compatibilă cu demonstraţia faptului că astfel de şiruri neregulate există), scopul meu a fost şi este cu totul altul. De la început am vrut să răspund obiecţiei că neregularitatea este compatibilă cu *orice segment iniţial finit*; şi am vrut să indic şiruri care se formează din şiruri finite cvasialeatorii prin trecerea la infinit. Prin aceasta am sperat să obţin două lucruri: am dorit să mă ţin strîns de acel tip de şiruri care vor trece teste statistice de neregularitate; şi am dorit *să demonstrez* teorema limitei. Aşa cum a fost menţionat aici la punctul (8), ambele au fost efectiv obţinute cu ajutorul indicaţiei de construcţie din vechea mea anexă IV.

Addendum, 1967

(13) Totuşi între timp am ajuns la convingerea că tratarea probabilităţii pe baza „teoriei măsurii" trebuie preferată interpretării frecvenţiale (vezi *Postscriptum*-ul meu, capitolul *III), şi anume, atît din motive matematice, cît şi filozofice. (Interpretarea probabilităţii ca măsură a tendinţei de realizare, tratată amănunţit în *Postscriptum*, joacă aici un rol determinant.) De aceea, eliminarea din teoria frecvenţială a axiomei limitei nu o mai consider foarte importantă. Însă ea este, cu toate acestea, posibilă: teoria frecvenţială se poate construi cu ajutorul tipului ideal de şir neregulat construit în anexa IV; şi se poate spune că un şir empiric este neregulat în măsura în care testele probează asemănarea lui statistică cu un şir ideal.

Cum am menţionat deja, şirurile acceptate de Mises, Copeland, Wald şi Church nu sînt în mod necesar astfel constituite. Este posibil totuşi ca orice şir, care a fost eliminat vreodată ca nefiind neregulat pe baza testelor statistice, să se poată transforma, în desfăşurarea sa ulterioară, într-un şir neregulat, acceptat în sensul acestor autori.

(14) Astăzi, la cîţiva ani după ce am rezolvat astfel vechile mele probleme, cum m-ar fi satisfăcut în 1934, nu mai cred întru totul în importanţa faptului neîndoielnic că poate fi construită o teorie frecvenţială liberă de toate vechile dificultăţi. Cu toate acestea, consider în continuare important faptul că hazardul sau neregularitatea poate fi descrisă ca un tip de ordine şi că se pot construi modele obiective ale hazardului sau neregularităţii.

(15) Să nu se piardă din vedere că *şirurile neregulate ideale*, aşa cum au fost caracterizate la punctele de la (8) la (10), satisfac calculul formal din anexa *IV, şi anume chiar în forma în care l-am postulat în 1938 (anexa *II). Într-adevăr, fie S o mulţime de şiruri neregulate ideale (colective), ca de pildă $a=a_1,a_2, \ldots$; $b=b_1,b_2, \ldots$, unde fiecare termen a_1 sau b_1 al şirurilor este egal fie cu 1, fie cu 0; anumite şiruri produs sînt independente (şi, de aceea, şi

cvasialeatorii); iar S include de asemenea ambele alternative, care constau doar din unuri, respectiv doar din zerouri. Punem:

$$p(a,b)=\lim\ ((\sum a_n b_n)/\sum b_n);$$

$$p(ab,c)=\lim\ ((\sum a_n b_n c_n)/\sum c_n);$$

$$p(\bar{a},b)=\lim\ ((\sum(1-a_n)b_n)/\sum b_n);$$

$$p(a)=\lim\ ((\sum a_n)/n);$$

atunci toate postulatele şi axiomele din anexele *IV şi *V (p. 274 şi urm. şi p. 332 şi urm.) sînt satisfăcute (în afară de postulatul 1; vezi p. 312 şi p. 314–315).

*VII. *Probabilitatea zero și microstructura probabilității și conținutului*

În textul cărții se face o deosebire strictă între noțiunea de *probabilitate* a unei ipoteze și *gradul* ei de coroborare. Acolo se face următoarea afirmație: dacă desemnăm o ipoteză drept bine coroborată, cu aceasta nu spunem mai mult decît că ea a fost supusă unor teste severe (trebuie să fie vorba, de aceea, de o ipoteză cu grad înalt de testabilitate) și că ea a trecut cu bine cele mai severe verificări pe care am putut să le concepem pînă azi. Mai departe, se afirmă că *gradul coroborării nu poate fi o probabilitate*, deoarece el nu poate satisface legile calculului probabilităților. Căci, conform legilor calculului probabilităților, dintre două ipoteze, aceea care este logic mai tare sau mai informativă sau mai bine testabilă, și deci mai bine coroborabilă, trebuie să fie totdeauna *mai puțin probabilă* decît cealaltă — și anume, în raport cu orice probe empirice (vezi în special paragrafele 82 și 83).

Deci, în general, un grad superior de coroborare va fi legat cu un grad inferior de probabilitate, ceea ce nu arată doar că trebuie să facem deosebire strictă între probabilitate (*în sensul calculului probabilităților*) și grad de coroborare, ci și că *teoria probabilistă a inducției — ideea unei probabilități inductive — nu poate fi susținută.*

Cînd vorbesc aici de „probabilitate", mă gîndesc *la o funcție care satisface legile formale ale calculului probabilităților*; deci, de exemplu, oricare din interpretările sistemului meu de axiome (anexele *IV și *V); însă și oricare interpretare a celorlalte sisteme cunoscute, în măsura în care ele sînt necontradictorii sau ar putea fi făcute necontradictorii (de exemplu, sistemele lui Keynes, Reichenbach sau Carnap).

Imposibilitatea unei probabilități inductive este ilustrată în text (paragrafele 80, 81 și 83) printr-o discuție a anumitor idei ale lui Reichenbach, Keynes și Kaila. Unul din rezultatele acestei discuții este că într-un *univers infinit* (el poate fi infinit referitor la numărul obiectelor ce pot fi deosebite sau la numărul regiunilor spațio-temporale) *probabilitatea oricărei legi universale (netautologice) va fi nulă.*

În plus, a rezultat că nu trebuie să se accepte necritic faptul că omul de știință urmărește un grad înalt de probabilitate al teoriilor sale. Oamenii de știință trebuie să aleagă între probabilitate superioară și conținut informativ bogat, pentru că *ei nu pot, din motive logice, să le aibă pe amîndouă*; și, constrînși la această alegere, pînă azi ei au preferat mereu conținutul informativ bogat probabilității superioare — presupunînd că teoria a trecut cu succes testele.

Aici, înțeleg prin „probabilitate", fie probabilitatea logică *absolută* a legii universale, fie probabilitatea sa *relativă în raport cu enunțuri oarecare acceptate*

ca date, despre evenimente (constatări de fapte), adică în raport cu un *enunț singular* sau o conjuncție finită de enunțuri singulare. Deci, dacă a este legea noastră și b o constatare oarecare despre fapte, atunci eu afirm:

(1) $$p(a)=0$$

și la fel

(2) $$p(a,b)=0$$

Aceste formule vor fi analizate în anexa de față.

Cele două formule (1) și (2) sînt echivalente. Deoarece, așa cum constată Jeffreys și Keynes, este valabil faptul că: dacă probabilitatea „apriorică" (probabilitatea logică absolută) a unui enunț a este nulă, atunci este nulă și probabilitatea sa în raport cu orice conjuncție finită, b, de constatări de fapte, deoarece putem accepta că $p(b)\neq 0$ pentru orice constatări finite despre fapte b. Căci din $p(a)=0$ rezultă $p(ab)=0$ și, deoarece $p(a,b)=p(ab)/p(b)$, obținem pe (2) din (1). Pe de altă parte, putem deriva pe (1) din (2). Căci, dacă e valabilă formula (2) pentru orice constatare b despre fapte, oricît de slabă sau „aproape tautologică" ar fi ea, putem accepta că ea este valabilă și pentru cazul zero al unei constatări despre fapte, adică pentru tautologia $t=\overline{b\bar{b}}$; iar $p(a)$ poate fi definită chiar ca egală cu $p(a,t)$.

Există multe motivații temeinice care pot fi aduse pentru (1) și (2). În primul rînd, ne putem baza pe definiția clasică a probabilității ca raportul dintre numărul posibilităților *favorabile* și numărul *tuturor* posibilităților (egale). Atunci putem deriva formula (2), deoarece identificăm, de exemplu, posibilitățile favorabile cu constatările de fapte favorabile. Este clar că în acest caz $p(a,b)=0$, deoarece constatările de fapte favorabile pot fi doar în număr finit, în timp ce, într-un univers infinit, numărul posibilităților este, desigur, infinit. (Aici nu este esențial cuvîntul „infinitate", deoarece pentru orice univers suficient de mare se obține cu grad arbitrar de aproximare același rezultat; or, știm că universul nostru este — spațial și, înainte de toate, temporal — de mărime covîrșitoare în comparație cu materialul faptic *care nu este accesibil*.)

Această argumentare simplă este, poate, puțin cam neprecisă, însă o putem îmbunătăți considerabil dacă încercăm să derivăm din definiția clasică pe (1) în loc de (2). În acest scop, putem presupune că, din enunțul universal a rezultă un produs infinit de enunțuri singulare, fiecare din ele posedînd o probabilitate care, evident, trebuie să fie mai mică decît 1. În cazul cel mai simplu, a însuși poate fi interpretat ca un astfel de produs infinit, adică, putem pune: a=„Toate obiectele au proprietatea A"; sau, în simboluri: „$(x)Ax$", ceea ce se poate citi ca „pentru orice valoare arbitrară a lui x, x are proprietatea A"[1].

[1] Aici „x" este o variabilă pentru indivizi, care parcurge întregul nostru domeniu (infinit) de indivizi. De exemplu, putem alege: a=„Toate lebedele sînt albe"=„pentru orice valoare arbitrară x: x are proprietatea A", unde „A" este definită ca „alb sau nu este lebădă". Putem exprima aceasta și altfel, dacă presupunem că x parcurge regiunile spațio-temporale ale universului și „A" este definită ca „neocuită de o lebădă nealbă". Pot fi scrise sub forma „$(x)Ax$" chiar legi de formă mai complicată, de pildă de forma „$(x)(y)(xRy\rightarrow xSy)$, deoarece putem defini pe „A" prin

$$Ax\longleftrightarrow(y)(xRy\rightarrow xSy).$$

În acest caz, a se poate interpreta ca produsul infinit $a=a_1a_2a_3\ldots$, unde $a_i=Ak_i$ şi k_i este numele individului al i-lea din domeniul nostru infinit de indivizi.

Acum putem introduce numele „a^n" pentru produsul primelor n enunţuri singulare $a_1a_2\ldots a_n$, astfel că pentru a se poate scrie

$$a=\lim_{n\to\infty} a^n$$

şi (compară p. 322—323)

$$p(a)=p(\lim_{n\to\infty} a^n)=\lim_{n\to\infty} p(a^n) \quad (3)$$

Este clar că putem interpreta pe a^n ca afirmaţia că, în interiorul şirului finit de elemente $k_1,k_2,\ldots,k_n$, toate elementele posedă proprietatea A. De aceea se poate aplica uşor definiţia clasică la evaluarea lui $p(a^n)$. Există doar o *posibilitate care este favorabilă afirmaţiei* a^n: aceasta este posibilitatea că toţi cei n indivizi k_i au, fără excepţie, proprietatea A, şi nu proprietatea *non*-A. Însă în total există 2^n posibilităţi, deoarece trebuie să presupunem pentru fiecare individ k_i posibilitatea că el are fie proprietatea A, fie proprietatea *non*-A. În conformitate cu aceasta, teoria clasică dă

$$p(a^n)=1/2^n. \quad (4^c)$$

Însă din (3) şi (4^c) obţinem imediat (1).

Demonstraţia „clasică" care conduce la (4^c) nu este, ce-i drept, complet adecvată, însă, după părerea mea, în esenţă, ea este corectă.

Ea nu este complet adecvată decît în măsura în care se lucrează cu ipoteza că A şi *non*-A sînt echiprobabile. Căci se poate obiecta (cred, în mod îndreptăţit) în felul următor: deoarece a se presupune că descrie o lege a naturii, diversele a_i sînt „enunţuri ilustrative" şi sînt, de aceea, mai probabile decît negaţiile lor, care sînt falsificatori potenţiali (cf. nota *1 la 28). Această obiecţie priveşte, totuşi, numai o parte neesenţială a argumentării. Căci, indiferent ce probabilitate atribuim lui A (cu excepţia probabilităţii 1), produsul infinit a va avea probabilitatea zero (dacă presupunem independenţa, ceea ce se discută mai jos). Într-adevăr, aici dăm peste un caz cu totul banal al *legii unu-sau-zero a probabilităţii* (pe care o putem numi, făcînd aluzie la neurofiziologie, „principiul lui totul-sau-nimic"). În acest caz poate fi formulată astfel: dacă a este produsul infinit al lui $a_1,a_2,\ldots$, unde $p(a_i)=p(a_j)$ şi fiecare a_i este independent de toate celelalte, atunci:

(4) $p(a)=\lim_{n\to\infty} p(a^n)=0$, afară de cazul cînd $p(a)=p(a^n)=1$ pentru orice n.

Dar $p(a)=1$ este fără îndoială inacceptabilă (nu numai din punctul meu de vedere, ci şi din acela al opozanţilor mei inductivişti, căci, evident, aceştia nu pot accepta consecinţa, care rezultă de aici, că probabilitatea unei legi universale nu poate fi niciodată mărită prin experienţă). Căci atunci enunţul „Toate lebedele sînt negre" ar avea probabilitatea 1 exact ca şi „Toate lebedele sînt

---

Poate că ajungem la concluzia că legile naturii au o altă formă decît aceea descrisă aici (cf. anexa *X): că ele sînt *şi mai tari* din punct de vedere logic decît s-a presupus aici şi că, dacă ele sînt aduse la forma „$(x)Ax$", predicatul A devine *esenţial neobservabil* (cf. notele *1 şi *2 la „A treia notă" din anexa *IX), chiar dacă este mai departe deductiv testabil. În acest caz însă, consideraţiile noastre rămîn valabile *a fortiori*.

albe“ şi la fel pentru toate culorile. Atunci enunţurile „Există o lebădă neagră“ şi „Există o lebădă albă“ etc. ar avea, toate, probabilitatea zero, în ciuda slăbiciunii lor logice intuitive. Cu alte cuvinte, $p(a)=1$ ar însemna să afirmăm, din motive pur logice, cu probabilitatea 1, că universul este vid.

Deci (4) duce la (1).

Chiar dacă, după părerea mea, această argumentare (inclusiv presupunerea independenţei, care va fi discutată mai jos) este inatacabilă, mai există un număr de argumente logice mai slabe, care nu presupun independenţa şi duc, totuşi, la (1). De exemplu, putem proceda astfel.

În derivarea noastră s-a presupus că, pentru orice k_i, există posibilitatea logică ca el să aibă proprietatea A sau proprietatea *non*-A: aceasta conduce în mod esenţial la (4). Însă s-ar putea presupune şi faptul că noi trebuie să considerăm ca posibilităţi fundamentale ale noastre, nu proprietăţile posibile ale fiecărui individ din universul de n indivizi, ci *proporţiile relative posibile* cu care proprietăţile A şi *non*-A pot să apară în interiorul unui eşantion. Într-un eşantion constînd din n indivizi, proporţiile posibile în care poate apărea A sînt: $0, 1/n..., n/n$. Dacă privim apariţia uneia oarecare din aceste proporţii ca una din posibilităţile noastre fundamentale şi le tratăm astfel ca echiprobabile („distribuţia lui Laplace“[2]), atunci (4) ar trebui înlocuită prin

$$(5) \qquad p(a^n)=1/(n+1); \text{ astfel că } \lim p(a^n)=0$$

Chiar dacă, din punctul de vedere al derivării lui (1), formula (5) este mult mai slabă decît (4^c), ea ne permite, totuşi, să derivăm pe (1) — şi aceasta, fără a identifica cazurile observate cu cele favorabile şi fără a presupune că numărul cazurilor observate este finit.

Un raţionament foarte asemănător, care conduce la (1), ar fi următorul. Ne putem sprijini pe faptul că orice lege universală a *implică logic* o ipoteză statistică h de forma „$p(x,y)=1$“ (şi de aceea este cel mult la fel de probabilă ca această ipoteză) şi că probabilitatea absolută a lui h poate fi calculată cu ajutorul distribuţiei lui Laplace, de unde rezultă $p(h)=0$. (Cf. anexa *IX, *A treia notă*, în special *13.) Însă, deoarece h rezultă din a, aceasta conduce la $p(a)=0$, adică la (1).

Această demonstraţie mi se pare cea mai simplă şi cea mai convingătoare: ea face posibil să afirmăm (4) şi (5), în măsura în care se acceptă că (4) este valabilă pentru a, iar (5) pentru h.

Pînă aici, consideraţiile noastre s-au bazat pe definiţia clasică a probabilităţii. Totuşi, ajungem la acelaşi rezultat, dacă luăm ca bază, în locul acesteia, interpretarea logică a calculului formal al probabilităţilor. Atunci problema noastră se transformă în aceea a dependenţei sau independenţei unei mulţimi de enunţuri.

Dacă considerăm din nou pe a ca produsul logic al enunţurilor particulare (singulare) $a_1, a_2, ...$, atunci singura presupunere raţională pare să fie aceea că,

---

[2] Tocmai această ipoteză formează baza derivării de către Laplace a celebrei sale „reguli a succesiunii“; de aceea o numesc „distribuţia lui Laplace“. Ipoteza este justă dacă este vorba *doar de eşantioane*; după cît se pare, ea este inadecvată, dacă considerăm (cum a făcut Laplace) o succesiune de evenimente particulare. Vezi şi anexa *IX, punctul 7 şi urm. a celei de „A treia note“, ca şi nota 10 la anexa *VIII.

în absenţa oricărei informaţii (netautologice), trebuie să considerăm toate aceste enunţuri singulare ca independente unele de altele, astfel încît lui a_i poate să-i urmeze enunţul a_j sau negaţia sa $\bar{a}_j$, pentru care avem probabilităţile

$$p(a_j,a_i)=p(a_j).$$

$$p(\bar{a}_j,a_i)=p(\bar{a}_j)=1-p(a_j).$$

Orice altă presupunere ar echivala cu o postulare *ad hoc*, a unui gen de efect ulterior sau, cu alte cuvinte, cu postulatul că trebuie să existe ceva de genul unei legături cauzale între a_i şi a_j. Totuşi, aceasta ar fi, evident, o presupunere nelogică, sintetică, care ar trebui formulată drept *ipoteză în ştiinţele naturii*. Într-o teorie pur logică a probabilităţii ea nu poate fi presupusă tacit, ca şi cum ar fi o tautologie pur logică.

Acelaşi lucru poate fi spus într-un mod puţin modificat şi astfel: în legătură cu o ipoteză din ştiinţele naturii, h, poate fi valabilă, desigur, următoarea inegalitate:

(6) $$p(a_i,a_jh)>p(a_j,h).$$

Căci h poate să ne informeze asupra existenţei unui efect ulterior oarecare. Prin urmare, şi

(7) $$p(a_ia_j,h)>p(a_i,h)p(a_j,h)$$

ar fi, atunci, valabilă, deoarece (7) este echivalentă cu formula (6). Dacă nu există nici o astfel de h, sau dacă h este tautologică, sau, cu alte cuvinte, dacă avem de-a face cu probabilităţi logice absolute, (7) trebuie să fie înlocuită prin

(8) $$p(a_ia_j)=p(a_i)p(a_j);$$

(8) înseamnă că a_i şi a_j sînt *independente*, şi este echivalentă cu formula

(9) $$p(a_j,a_i)=p(a_j).$$

Însă presupunerea independenţei mutuale conduce, pentru $p(a_i)<1$, ca mai înainte, la $p(a)=0$, deci la (1).

Astfel (8), adică presupunerea independenţei mutuale a enunţurilor singulare a_i, conduce la (1). Şi tocmai din acest motiv, mulţi autori au refuzat direct sau indirect formula (8). Pentru aceasta, s-a argumentat totdeauna că (8) ar trebui să fie falsă pentru că, dacă ar fi adevărată, *nu am putea învăţa din experienţă*: cunoaşterea empirică ar fi imposibilă. Dar acest lucru este incorect: putem învăţa din experienţă, chiar dacă $p(a)=p(a,b)=0$; de exemplu, $C(a,b)$ — adică gradul de coroborare al lui a prin testările b — poate, totuşi, să crească prin adăugarea de noi testări (cf. anexa *IX). Astfel, această argumentare „transcendentală“ nu-şi atinge scopul; în orice caz, ea nu afectează teoria mea[3].

---

[3] Putem numi „transcendentală“ o argumentare, atunci cînd ea se întemeiază pe faptul că noi posedăm o cunoaştere sau că putem învăţa din experienţă şi care conchide din acest *fapt* că cunoaşterea sau învăţarea *trebuie să fie posibilă* şi, în plus, că fiecare teorie din care rezultă imposibilitatea cunoaşterii sau învăţării din experienţă trebuie să fie falsă. (Expresia face aluzie la terminologia lui Kant.) După părerea mea, o argumentare transcendentală poate fi efectiv valabilă, dacă ea este folosită critic împotriva unei teorii din care rezultă

Dar să analizăm acum punctul de vedere conform căruia (8) este falsă, sau cu alte cuvinte, că

$$p(a_i a_j) > p(a_i)p(a_j)$$

este valabilă şi deci

$$p(a_j, a_i) > p(a_j),$$

ca şi formula

(+) $$p(a_n, a_1 a_2 \ldots a_{n-1}) > p(a_n).$$

Conform acestui punct de vedere, este valabilă şi următoarea afirmaţie: dacă am constatat că un k_i oarecare are proprietatea A, atunci creşte probabilitatea ca un alt individ k_j să posede aceeaşi proprietate; şi probabilitatea creşte odată cu numărul cazurilor în care s-a găsit proprietatea A. Sau, în terminologia lui Hume: (+) afirmă, *„că acele cazuri“* (de exemplu k_i) *„despre care nu avem nici o cunoaştere prin experienţă, vor fi, probabil, asemănătoare cu cele despre care avem o cunoaştere prin experienţă“*.

Acest citat, cu excepţia cuvîntului „probabil“, provine din critica inducţiei a lui Hume[4]. Iar critica lui Hume este aplicabilă perfect la (+) şi chiar la formularea verbală a lui (+) tipărită cursiv. Pentru că Hume argumentează: *„chiar după observarea legăturilor constante frecvente ale obiectelor, nu avem nici un motiv să tragem vreo concluzie despre vreun obiect care nu face parte din cele despre care am avut o cunoaştere prin experienţă*[5]. Dacă cineva ar vrea să afirme că experienţa noastră ne îndreptăţeşte să tragem concluzii asupra obiectelor neobservate din obiecte observate, atunci, spune Hume, „aş pune din nou întrebarea mea: *de ce, din această experienţă, putem trage concluzii care depăşesc cazurile anterioare, despre care avem o cunoaştere prin experienţă*“. Cu alte cuvinte, Hume arăta că ajungem la un regres infinit dacă ne bazăm pe experienţă pentru a justifica o concluzie *oarecare* referitoare la cazuri neobservate — *chiar numai concluzii probabile*, cum adaugă el în *Abstract*-ul lui. Căci acolo putem citi: „Este evident că Adam, cu toată ştiinţa sa, n-ar fi fost în stare niciodată să *demonstreze* că cursul naturii trebuie să rămînă în mod uniform totdeauna acelaşi... Voi merge chiar mai departe şi voi afirma că el niciodată n-ar fi putut să demonstreze cu argumente *probabile* că viitorul trebuie să fie în acord cu

---

imposibilitatea cunoaşterii sau învăţării din experienţă. Însă pentru aceasta este nevoie de o mare precauţie. Există cu siguranţă cunoaştere empirică *într-un anumit sens* al cuvîntului „cunoaştere“. Dar în alt sens — de exemplu, *cunoaştere sigură* sau *demonstrabilă* — ea nu există. Şi, de asemenea, nu trebuie să presupunem în mod necritic că avem cunoaştere „probabilă“ — cunoaştere care, în sensul calculului probabilităţilor, este probabilă. Afirm chiar că nu avem cunoaştere probabilă în acest sens. Căci, după părerea mea, ceea ce putem numi „cunoaştere empirică“, inclusiv „cunoaşterea ştiinţifică“, constă din *conjecturi*, şi multe din aceste conjecturi sînt improbabile (au probabilitatea 0), chiar dacă ele pot fi foarte bine coroborate. Vezi şi în *Postscriptum*, paragrafele *28 şi *32.

[4] *Treatise of Human Nature*, 1739/40, Cartea I, Partea III, paragraful VI (sublinierile sînt ale lui Hume însuşi). Vezi şi *Postscriptum*-ul meu, nota 1 de la paragraful *2 şi nota 2 de la paragraful *50.

[5] *Loc. cit.*, paragraful XII (sublinierile lui Hume). Următorul citat este din *loc. cit.*, paragraful IV.

trecutul. Toate argumentele probabile se bazează pe ipoteza că există o concordanţă între viitor şi trecut şi de aceea ele nu pot niciodată demonstra acest lucru“[6]. De aceea, (+) nu poate fi justificată prin *experienţă*; însă pentru a fi logic valabilă, (+) ar trebui să aibă caracterul unei tautologii, care este valabilă în orice lume logic posibilă. Dar evident că lucrurile nu stau aşa.

Astfel, dacă (+) ar fi adevărată, ea ar avea caracterul logic al unui *principiu al inducţiei sintetic şi valabil a priori* şi nu pe acel al unei afirmaţii analitice sau logice. Dar (+) nu este cu totul suficient nici ca principiu al inducţiei. Căci se poate ca (+) să fie adevărată chiar dacă $p(a)=0$ este valabilă. (Un exemplu de teorie care presupune (+) *a priori* valabilă — chiar dacă, aşa cum am văzut, (+) trebuie să fie sintetică — şi care în acelaşi timp acceptă pe (1), adică $p(a)=0$ este teoria lui Carnap[7].)

Un principiu probabilist eficace al inducţiei ar trebui deci să fie mai tare decît (+). El ar trebui să ne permită cel puţin să conchidem că, în baza unei constatări faptice adecvate *b*, putem obţine probabilitatea $p(a,b)>1/2$ sau, în cuvinte, că *a* poate fi făcută mai probabilă, prin acumulare de material faptic favorabil, decît negaţia sa. Dar aceasta este posibilă doar dacă (1) este falsă, deci dacă $p(a)>0$ este valabilă.

O infirmare mai directă a lui (+) şi o demonstraţie pentru (2) se obţine dintr-un raţionament pe care îşi sprijină Jeffreys § 1.6 din a sa *Theory of Probability*[8]. Jeffreys discută o formulă pe care o notează cu (3) şi care, tradusă în simbolurile noastre, trebuie identificată cu afirmaţia: în *ipoteza că* $p(b_i,a)=1$ pentru orice $i\leqslant n$, astfel că $p(ab^n)=p(a)$, formula

$$(10) \qquad p(a,b^n)=p(a)/p(b^n)=p(a)/p(b_1)p(b_2,b^1)\ldots p(b_n,b^{n-1})$$

trebuie să fie valabilă. În discutarea acestei formule, Jeffreys spune (în continuare, folosesc simbolismul meu în locul celui original): „Astfel, pentru un număr suficient de mare de verificări, trebuie să se întîmple unul din următoarele lucruri: (1) probabilitatea lui *a*, în baza materialului faptic existent, este superioară lui 1. (2) Ea este totdeauna 0. (3) $p(b_n,b^{n-1})$ va tinde către 1.“ Iar mai departe spune despre cazul (1) că, din motive banale, este imposibil şi că

---

[6] Cf. *An Abstract of a Book lately published entitled A Treatise of Human Nature*, 1740, editată de J. M. Keynes şi P. Sraffa, 1938, p. 15. Cf. nota 2 de la 81. (Sublinierile aparţin lui Hume.)

[7] Cererea lui Carnap de finitudine a „lambdei“ sale (despre care am arătat în *Conjectures and Refutations* p. 290 că ea este inversa unei măsuri a dependenţei) implică (+); cf. lucrarea sa *Continuum of Inductive Methods*, 1952. Totuşi Carnap acceptă că $p(a)=0$, de unde, după Jeffreys, ar rezulta imposibilitatea învăţării din experienţă. Cu toate acestea, Carnap îşi sprijină cererea sa, şi anume că „lambda“ trebuie să fie finită şi deci (+) este valabilă, exact pe aceeaşi argumentare transcendentală pe care se bazează Jeffreys — că în afara ei n-am putea învăţa din experienţă. Vezi CARNAP, *Logical Foundations of Probability*, 1950, p. 565, şi capitolul 11 al cărţii mele *Conjectures and Refutations*, 1963 şi 1965, în special p. 289 şi urm. (Acest capitol conţine contribuţia mea la volumul dedicat lui Carnap de *Library of Living Philosophers*, editat de P. A. Schilpp, 1964; vezi în special nota 87.)

[8] Vezi HAROLD JEFFREYS, *Theory of Probability*, ed. a 2-a, 1948, p. 39. Eu traduc simbolismul lui Jeffreys în al meu şi renunţ la *H* al său deoarece nimic nu ne împiedică în raţionamentul respectiv să considerăm pe *H* ca tautologic sau cel puţin irelevant; de altfel, raţionamentul meu se poate formula uşor şi fără renunţarea la *H*. (Compară şi cartea lui JEFFREYS, *Scientific Inference*, ed. a 2-a, 1957, p. 35.) *Ipoteza* lui Jeffreys tradusă aici în cuvinte nu este suficient de tare pentru formula (10): ar trebui să se ceară $\vdash a\supset b_i$.

rămîn deci doar (2) şi (3). Acum, eu afirm că presupunerea că (3) ar fi general valabilă din anumite motive logice obscure (şi ea ar trebui să fie general valabilă, şi chiar *a priori*, pentru a fi aplicabilă ca principiu al inducţiei) este uşor de infirmat. Căci singura condiţie care trebuie cerută pentru derivarea lui (10) în afară de $0<p(b_i)<1$ este *existenţa* unui enunţ *a* astfel încît $p(b^n,a)=1$. Însă această condiţie poate fi îndeplinită *totdeauna* şi pentru orice şir de enunţuri b_i. Căci să presupunem că b_i sînt relatări asupra aruncărilor unei monezi; atunci este posibil totdeauna să se construiască o lege universală *a* din care rezultă relatările asupra tuturor celor $n-1$ aruncări observate şi care ne permite să prezicem toate aruncările următoare (deşi probabil incorect)[9]. Deci *a*-ul cerut există totdeauna; şi există totdeauna şi o altă lege, *a'*, care produce aceleaşi $n-1$ rezultate de la început, însă pentru a n—a aruncare prezice rezultatul contrar. De aceea ar fi paradoxal să se accepte cazul (3) al lui Jeffreys, deoarece pentru un *n* suficient de mare, am obţine totdeauna $p(b_n,b^{n-1})$ aproape de 1 şi la fel (din altă lege, *a'*) $p(\bar{b}_n,b^{n-1})$ aproape de 1. Prin urmare, raţionamentul lui Jeffreys, care este de neînlăturat din punct de vedere matematic, poate fi folosit la demonstraţia cazului său (2), care coincide[10] cu propria mea formulă (2), aşa cum a fost dată la începutul acestei anexe.

Critica noastră făcută formulei (+) putem să o rezumăm după cum urmează. Unii oameni cred că, din motive pur logice, probabilitatea că următorul obiect pe care îl observăm va fi roşu creşte, în general, odată cu numărul de obiecte roşii văzute în trecut. Dar aceasta este o credinţă în magie — în puterea magică a limbajului omenesc. Căci „roşu" este doar un predicat; şi vor exista totdeauna predicate *A* şi *B* care convin împreună tuturor obiectelor observate pînă la un anumit moment, însă care, referitor la obiectul următor, conduc la prognoze probabiliste incompatibile. Este posibil să nu apară astfel de predicate în limbajele naturale, însă ele pot fi construite în orice moment. (În mod ciudat, credinţa magică criticată aici se găseşte mai degrabă la cei care construiesc modele de limbaje artificiale, decît la cei ce analizează limbajul obişnuit.) Desigur că prin această critică a lui (+) apăr principiul *independenţei* (logice absolute) a diverşilor a_n de orice combinaţie $a_i a_j \ldots$, adică, critica mea reprezintă, după părerea mea, o apărare incontestabilă a lui (4) şi (1).

Există şi alte demonstraţii pentru (1). Una din acestea, care, în esenţă, se sprijină pe o idee a lui Jeffreys şi Wrinch[11], este discutată amănunţit în anexa *VIII. Ideea sa de bază poate fi schiţată (cu mici modificări) astfel.

---

[9] Să se observe că printre condiţiile derivării lui (10) nu este niciuna care ar cere că toţi b_i trebuie să aibă forma „$B(k_i)$" cu un predicat comun „*B*" şi că, de aceea, nimic nu ne împiedică să presupunem că b_i=„k_i este capul" iar b_j=„k_j este stema". Totuşi putem construi un predicat „*B*" astfel încît orice b_i să aibă forma „$B(k_i)$": putem defini pe $B(k_i)$ drept „k_i este capul respectiv stema atunci şi numai atunci cînd termenul corespunzător al şirului determinat de legea *a* este 0 respectiv 1". Aş dori să atrag atenţia că un astfel de predicat poate fi definit doar în raport cu un domeniu de indivizi care sînt *ordonaţi* sau care pot să fie *ordonaţi;* dar numai acest caz ne interesează, dacă avem în vedere aplicaţii la problemele ştiinţei. Aş mai dori să observ că nu de mult am extins precedenta discuţie a formulei (10) astfel încît ea este aplicabilă nu numai la aruncarea monezii, ci şi la legi ale naturii (de exemplu, la legile lui Kepler). Metoda reprezintă o demonstraţie a faptului că (1) şi (2) trebuie să fie valabile cel puţin pentru „aproape toate" legile naturii.

[10] Jeffreys însuşi trage concluzia contrară, şi anume: cazul (3) este valabil.

[11] „*Philos. Magazine*", *42,* 1921, p. 369 şi urm.

Fie *e* un *explicandum* sau, mai exact, o mulţime de fapte singulare pe care vrem să o explicăm printr-o lege universală. În general, va exista un număr infinit de explicaţii posibile — ba chiar un număr infinit de explicaţii (care *se exclud* una pe alta, cînd faptele *e* sînt date) astfel încît suma probabilităţilor lor (în raport cu *e*) nu poate depăşi pe unu. Însă, aceasta înseamnă că aproape toate trebuie să aibă probabilitatea zero — afară de cazul că reuşim să ordonăm legile posibile într-un şir infinit, astfel încît să putem atribui fiecăreia din ele o probabilitate pozitivă, în aşa fel ca suma lor să conveargă şi să nu depăşească pe unu. Şi, mai departe, aceasta înseamnă că legilor care apar mai devreme în acest şir trebuie să li se atribuie (în general) o probabilitate mai mare decît legilor care apar mai tîrziu în şir. De aceea trebuie să asigurăm satisfacerea următoarei *condiţii* importante *de consistenţă:*

Metoda noastră de a ordona legile nu trebuie să pună niciodată o lege înaintea alteia, dacă ar putea fi demonstrat, eventual, că probabilitatea celei din urmă este mai mare decît probabilitatea primei.

Jeffreys şi Wrinch au avut unele motive intuitive să creadă că poate fi găsită o metodă de ordonare a legilor care să satisfacă această condiţie de consistenţă: ei au propus să se ordoneze teoriile explicative în ordinea descrescătoare a simplităţii lor („postulatul simplităţii") sau în ordinea crescătoare a complexităţii, unde, complexitatea ar trebui măsurată prin numărul parametrilor variabili ai legii. Dar, se poate arăta (şi se va arăta în anexa *VIII) că această metodă de ordonare — şi, de asemenea, orice altă metodă posibilă — încalcă condiţia de consistenţă formulată mai sus (vezi nota de la p. 365—366).

Astfel, obţinem $p(a,e)=0$ pentru toate ipotezele explicative, fără a lua în consideraţie felul constatărilor faptice *e*; adică obţinem (2) şi, prin aceasta, în mod indirect, pe (1).

(Un aspect interesant al acestei demonstraţii constă în aceea că ea este valabilă chiar într-un univers finit, presupunînd că ipotezele noastre explicative sînt formulate într-un limbaj matematic care face posibil un număr infinit de ipoteze (care se exclud reciproc). De exemplu, putem construi un univers de următorul gen[12]. Cineva aşază discuri mici sau pioni ai jocului de dame pe o tablă de şah foarte mare, conform regulii următoare: există o funcţie definită matematic sau curbă care este cunoscută efectiv de el, dar nu de noi, iar discurile trebuie să fie aşezate numai pe cîmpuri care se află pe curbă; discurile pot fi aşezate în locuri arbitrare în limitele impuse de această regulă. Sarcina noastră constă în a observa aşezarea discurilor şi în a găsi o „teorie explicativă", deci, dacă este posibil, a găsi curba matematică necunoscută sau una foarte apropiată de aceasta. Desigur că va exista un număr infinit de rezolvări posibile care sînt incompatibile două cîte două din punct de vedere matematic, chiar dacă ele vor fi indiscernabile cu privire la discurile aşezate pe tablă. Evident, oricare din aceste teorii poate fi infirmată prin discurile care sînt aşezate pe tablă după formularea teoriei. Deşi în acest caz „universul" (poziţiilor posibile) poate fi ales finit, va exista totuşi un număr infinit de teorii explicative incompatibile din punct de vedere matematic. Evident, îmi dau seama că unii instrumentalişti sau operaţionalişti ar putea spune că diferenţa dintre două teorii arbitrare care determină aceleaşi cîmpuri este „lipsită de sens". Însă,

---

[12] Un exemplu similar este folosit în anexa *VIII, textul care trimite la nota 2.

făcînd complet abstracţie de faptul *că acest exemplu nu face parte din argumentarea mea* şi deci, în fond, n-ar trebui să răspund deloc acestei obiecţii, ar trebui să se ţină seama de următoarele: în multe cazuri va fi posibil ca, mai tîrziu, să se dea un „sens" acestor diferenţe „lipsite de sens" prin aceea că se măreşte exactitatea măsurării şi astfel se face reţeaua destul de deasă, adică, cîmpurile şi discurile se aleg mai mici.)

O analiză amănunţită a faptului că condiţia mea de consistenţă nu poate fi satisfăcută se află în anexa *VIII. Acum, mă întorc de la problema valabilităţii formulelor (1) şi (2) la o problemă formală, rezultată din aceea că valabilitatea acestor formule implică faptul că toate teoriile universale, fără a lua în consideraţie conţinutul lor, au probabilitatea zero.

Fără îndoială că conţinutul sau tăria logică a două teorii universale poate fi foarte diferit. Să luăm, de pildă, cele două legi, a_1 = „toate planetele se mişcă pe orbite circulare" şi a_2 = „toate planetele se mişcă pe orbite eliptice". Deoarece toate cercurile sînt elipse (cu excentricitatea zero), a_2 rezultă din a_1, însă inversa nu este valabilă. Conţinutul lui a_1 este cu mult mai mare decît acela al lui a_2. (Desigur că există alte teorii şi mai tari din punct de vedere logic decît a_1, de exemplu „toate planetele se mişcă în jurul soarelui pe orbite circulare"; vezi şi p. 145 mai sus.)

Faptul că conţinutul lui a_1 depăşeşte pe cel al lui a_2 este de cea mai mare importanţă pentru toate problemele noastre. De exemplu, există *teste* pentru a_1 — adică încercări de a infirma pe a_1 prin descoperirea unei abateri oarecare de la orbita circulară — care nu sînt teste pentru a_2; însă nu se poate da nici un test propriu-zis al teoriei a_2 care nu ar fi în acelaşi timp o încercare de a infirma pe a_1. De aceea a_1 poate fi testat mai sever decît a_2 şi are un grad de testabilitate mai mare; iar, dacă a_1 rezistă la testele sale mai severe, ea va obţine un grad mai mare de coroborare decît ar putea să obţină vreodată a_1.

Între două teorii a_1 şi a_2 pot exista relaţii asemănătoare şi atunci cînd a_1 nu implică logic teoria a_2, însă implică o teorie faţă de care a_2 constituie o foarte bună aproximare. (Astfel, a_1 poate fi dinamica lui Newton, iar a_2 poate reprezenta legile lui Kepler, care nu rezultă din teoria lui Newton, ci „rezultă" doar „cu o bună aproximaţie"; vezi şi paragraful *15 din *Postscriptum*-ul meu.) Aici de asemenea teoria lui Newton este mai bine testabilă din cauza conţinutului ei mai mare[13].

---

[13] Orice vrea să înţeleagă C. G. Hempel prin probă confirmatoare („Confirming evidence") a unei teorii, este evident că el nu poate viza prin aceasta rezultatul testelor care coroborează teoria. Căci, în lucrările sale pe această temă *„Journal Symbolic Logic"*, 8, 1943, p. 122 şi urm., şi în special *„Mind"*, *54*, 1945, p. 1 şi urm., şi 97 şi urm., şi *„Mind"*, *55*, 1946, p. 79 şi urm.), printre condiţiile sale de adecvare indică următoarea condiţie (8.3) (*„Mind"*, 54, p. 102 şi urm.): dacă *e* este o probă confirmatoare pentru mai multe ipoteze, de pildă h_1 şi h_2, atunci h_1 şi h_2 şi *e* trebuie să formeze împreună o mulţime de enunţuri necontradictorie.

Însă împotriva acestei condiţii vorbesc cazurile cele mai tipice şi mai interesante. Fie h_1 şi h_2 teoria einsteiniană, respectiv newtoniană a gravitaţiei. În cazul cîmpurilor gravitaţionale puternice şi corpurilor care se mişcă repede, cele două teorii duc la rezultate incompatibile şi deci se contrazic una pe alta. Şi totuşi, întregul material faptic cunoscut pe care se bazează teoria lui Newton sprijină şi teoria lui Einstein şi le coroborează pe amîndouă. Situaţia este foarte asemănătoare pentru teoriile lui Newton şi Kepler şi teoriile lui Newton şi Galilei. (De asemenea, orice încercare nereuşită de a găsi o lebădă roşie sau galbenă coroborează în acelaşi timp următoarele două teorii, care se contrazic una pe alta în

Acum, demonstraţia formulei (1), dată de noi, arată că aceste diferenţe de conţinut şi testabilitate nu sînt exprimabile nemijlocit cu ajutorul probabilităţilor absolute ale teoriilor a_1 şi a_2, deoarece, totuşi $p(a_1)=p(a_2)=0$. Şi, dacă definim o măsură a conţinutului, $Ct\ (a)$, prin $Ct(a)=1-p(a)$, aşa cum s-a propus în cuprinsul lucrării, atunci rezultă din nou $Ct(a_1)=Ct(a_2)$, astfel că diferenţele de conţinut care ne interesează aici nu se pot exprima printr-o astfel de măsură. (La fel, rămîne inexprimabilă diferenţa dintre un enunţ contradictoriu $a\bar{a}$ şi o teorie universală a, deoarece $p(a\bar{a})=p(a)=0$ şi $Ct\ (a\bar{a})=$ $=Ct(a)=1$[14].)

Toate acestea nu înseamnă că nu putem exprima cu ajutorul probabilităţii, cel puţin în unele cazuri, diferenţa de conţinut dintre a_1 şi a_2. Din faptul că a_1 implică logic teoria a_2 (astfel încît a_2 şi $a_1 \vee a_2$ sînt reciproc derivabile), dar nu şi invers, ar rezulta

$$p(a_1,a_2)=p(a_1a_1 \vee a_2)=0; \quad p(a_2,a_1)=p(a_2,a_1 \vee a_2)=1$$

chiar dacă simultan ar fi valabile egalităţile $p(a_1)=p(a_2)=0$.
Deci am avea

$$p(a_1,a_2)<p(a_2,a_1)$$

---

prezenţa unui enunţ de tipul „există cel puţin o lebădă": (I) „toate lebedele sînt albe" şi (II) „toate lebedele sînt negre".)

În general, să presupunem că există o ipoteză h care a fost coroborată de rezultatele e ale unor teste severe; h_1 şi h_2 pot fi două teorii incompatibile, fiecare din ele implicînd logic pe h. (h_1 poate fi ah şi h_2 poate fi $\bar{a}h$.) Atunci, orice test al lui h este simultan un test al lui h_1 şi h_2, deoarece fiecare infirmare izbutită a lui h ar infirma atît pe h_1, cît şi pe h_2; iar, dacă e este o informaţie asupra încercărilor nereuşite de infirmare a lui h, atunci e coroborează atît pe h_1, cît şi pe h_2. (Desigur, însă, că vom căuta teste cruciale între h_1 şi h_2.) Cu „verificările" şi „exemplificările" lucrurile vor sta, desigur, altfel. Însă acestea nu trebuie să aibă nimic de-a face cu *testele*.

Făcînd complet abstracţie de această critică, ar trebui să se reţină că, în modelul de limbaj al lui Hempel, identitatea nu poate fi exprimată; vezi în special pagina 143 (rîndul 5 de jos) din *„Journ. Symb. Log."* *8*, 1943 şi prefaţa mea din 1959. O *definiţie* („semantică") simplă a *exemplificării* se găseşte în ultima notă la lucrarea mea din *„Mind"*, *64*, 1955, p. 391.

[14] *Nu se poate evita în nici o teorie a probabilităţii*, dacă ea este aplicată la un domeniu de indivizi infinit, ca un enunţ contradictoriu să poată avea aceeaşi probabilitate ca un enunţ sintetic necontradictoriu: aceasta este pur şi simplu consecinţa legii înmulţirii, conform căreia $p(a_1\ a_2 \ldots a_n)$ trebuie să tindă la zero, presupunînd că toate a_i sînt independente una de alta. De aceea probabilitatea de a realiza n căderi succesive ale capului este, după *toate* teoriile probabilităţii, $1/2^n$, ceea ce devine zero, dacă numărul aruncărilor devine infinit.

O problemă asemănătoare a teoriei probabilităţilor este următoarea. Într-o urnă există n bile, numerotate cu numerele de la 1 la n, care se amestecă. Care este probabilitatea de a extrage o bilă numerotată cu un număr prim? Binecunoscuta soluţie a acestei probleme tinde, ca şi aceea a precedentei, spre valoarea zero, dacă n tinde spre infinit; aceasta înseamnă că probabilitatea de a extrage o bilă desemnată cu un număr divizibil devine 1, dacă $n \to \infty$, chiar dacă în urnă se află o infinitate de bile cu numere nedivizibile. Acest rezultat trebuie să fie acelaşi în *orice* teorie adecvată a probabilităţii. De aceea nu trebuie luată în consideraţie o teorie particulară a probabilităţii, de pildă teoria frecvenţială, criticată ca fiind „cel puţin un pic paradoxală" pentru că ea dă acest rezultat complet corect. (O astfel de critică se găseşte la W. KNEALE, *Probability and Induction*, 1949, p. 156). Avînd în vedere ultima noastră „problemă a teoriei probabilităţii" — aceea a extragerii de bile numerotate —, atacul lui Jeffreys împotriva celor care vorbesc de „probabilitatea distribuţiei numerelor prime" mi se pare complet nejustificat. (Compară a sa *Theory of Probability*, ediţia a doua, p. 38, nota de subsol.)

şi, mai departe,

$$p(a_1, a_1 \vee a_2) < p(a_2, a_1 \vee a_2),$$

ceea ce ar indica conţinutul mai bogat al lui a_1.

Faptul că există aceste diferenţe de conţinut şi de probabilitate logică absolută, care nu pot fi exprimate nemijlocit prin măsurile corespunzătoare, poate fi exprimat spunînd că există o *„microstructură"* a conţinutului şi a probabilităţii logice; aceasta ne dă posibilitatea de a face diferenţa între conţinuturi şi probabilităţi absolute mai mari şi mai mici chiar şi în cazurile în care măsurile $Ct(a)$ şi $p(a)$ sînt prea grosiere şi prea insensibile faţă de aceste diferenţe, adică în cazurile în care are loc egalitatea. Pentru a exprima această microstructură, putem utiliza simbolurile „$\succ$" („este superior") şi „$\prec$" („este inferior") în locul semnelor obişnuite „$>$" şi „$<$". (Putem folosi şi „$\succeq$", deci „este superior sau la fel de mare ", şi „$\preceq$".) Utilizarea acestor simboluri se poate lămuri cu ajutorul următoarelor reguli:

(1) „$Ct(a) \succ Ct(b)$" şi, deci, echivalenţa ei, „$p(a) \prec p(b)$", pot fi utilizate pentru a afirma că conţinutul lui a este mai mare decît acela al lui b — *cel puţin* în sensul microstructurii conţinutului. De aceea vom admite că $Ct(a) \succ Ct(b)$ implică logic pe $Ct(a) \succ Ct(b)$ şi că, la rîndul ei, această formulă implică $Ct(a) \geqslant Ct(b)$, adică falsitatea lui $Ct(a) < Ct(b)$. Nu este valabilă nici una din implicaţiile contrare.

(2) $Ct(a) \succeq Ct(b)$ şi $Ct(a) \preceq Ct(b)$ implică împreună $Ct(a) = Ct(b)$, totuşi $Ct(a) = Ct(b)$ este compatibilă cu $Ct(a) \succ Ct(b)$ şi cu $Ct(a) \prec Ct(b)$ şi, evident, şi cu $Ct(a) \succeq Ct(b)$ şi cu $Ct(a) \preceq Ct(b)$.

(3) $Ct(a) > Ct(b)$ implică totdeauna $Ct(a) \succ Ct(b)$.

(4) Reguli corespunzătoare sînt valabile pentru $p(a) \succ p(b)$ ş.a.m.d.

Acum apare problema determinării cazurilor în care putem spune că este valabilă $Ct(a) \succ Ct(b)$, chiar dacă $Ct(a) = Ct(b)$. Într-un anumit număr de cazuri aceasta este destul de clar, de exemplu, la implicaţia unilaterală a lui b de către a şi la $p(a, a \vee b) < p(ba, \vee b)$. Propun regula:

Dacă pentru toate universurile *finite* suficient de mari (adică pentru toate universurile cu mai mult de N elemente, pentru N suficient de mare) este valabilă $Ct(a) > Ct(b)$ şi deci, conform regulii (3), $Ct(a) \succ Ct(b)$, menţinem $Ct(a) \succ Ct(b)$ pentru un univers infinit, chiar dacă obţinem $Ct(a) = Ct(b)$ pentru un univers infinit.

Această regulă cuprinde, după cît se pare, cele mai multe cazuri care prezintă interes, chiar dacă nu pe toate[15].

Problema celor două teorii, a_1 = „toate planetele se mişcă pe orbite circulare" şi a_2 = „toate planetele se mişcă pe orbite eliptice", se supune, evident, regulii noastre, şi acelaşi lucru este valabil chiar pentru compararea lui a_1 şi

[15] Probleme înrudite sînt discutate destul de amănunţit în lucrarea foarte stimulatoare a lui JOHN KEMENY, *A Logical Measure Function*, în *„Journal of Symb. Logic"*, *18*, 1953, p. 289 şi urm.). Modelul de limbaj al lui Kemeny este al doilea din cele trei modele de limbaj pe care le menţionez în prefaţa mea (1959). După părerea mea el este, de departe, cel mai interesant din aceste trei limbaje. Însă în limbajul lui Kemeny, teoreme infinitiste — ca, de pildă, principiul că fiecărui număr îi urmează altul — sînt, aşa cum arată el la p. 294, în mod necesar nedemonstrabile. Deci, acest limbaj nu poate conţine sistemul obişnuit al aritmeticii.

a_3=„toate planetele se mişcă pe orbite eliptice cu o excentricitate diferită de zero"; căci $p(a_3)>p(a_1)$ va fi valabilă în toate universurile finite suficient de mari (de pildă, de observaţii posibile) în sensul simplu că există mai multe posibilităţi care sînt compatibile cu a_3 decît cu a_1. De asemenea, este valabilă în sensul teoriei măsurii: $p(a_1)a_1,Va_3)<p(a_3,a_1Va_3)$.

Microstructura conţinutului şi probabilităţii discutată aici nu afectează doar limitele 0 şi 1 ale intervalului de probabilitate, ci afectează, în principiu, toate probabilităţile dintre 0 şi 1. Într-adevăr, fie a_1 şi a_2 nişte legi universale pentru care, ca şi mai înainte, sînt valabile relaţiile $p(a_1)=p(a_2)=0$ şi $p(a_1)\prec$ $\prec p(a_2)$; să presupunem că b nu este implicat nici de a_1, nici de a_2 şi nici de negaţiile lor; şi fie $0<p(b)=r<1$. Atunci avem

$$p(a_1 V b)=p(a_2 V b)=r$$

şi, în acelaşi timp,

$$p(a_1 V b)\prec p(a_2 V b).$$

În mod asemănător, avem

$$p(\bar{a}_1 b)=p(\bar{a}_2 b)=r$$

şi, simultan,

$$p(\bar{a}_1 b)\succ p(\bar{a}_2 b),$$

deoarece $p(\bar{a}_1)\succ p(\bar{a}_2)$, deşi, evident, $p(a_1)=p(a_2)=1$. De aceea, pentru orice b astfel încît $p(b)=r$, există un c_1 astfel încît $p(c_1)=p(b)$ şi $p(c_1)\prec p(b)$, şi un c_2 astfel încît $p(c_2)=p(b)$ şi $p(c_2)\prec p(b)$.

Situaţia discutată aici este importantă pentru tratarea *simplităţii şi dimensiunii unei teorii*. Această problemă este discutată mai amănunţit în următoarea anexă.

Addendum (1968)

În ultimul alineat al prezentei anexe arăt că ideea microstructurii este importantă pentru compararea simplităţii şi a dimensiunii teoriilor. Dar este adevărată şi reciproca: simplitatea şi dimensiunea sînt importante pentru teoria microstructurii, aşa cum rezultă din primele pagini ale anexei următoare; vezi, în special, formula (1) de la p. 362.

Deoarece dimensiunea este relativizată la un cîmp de aplicaţie şi, deci, aşa cum se arată la p. 367, la un cerc de probleme pentru care teoria oferă anumite soluţii, aceeaşi relativizare devine importantă pentru microstructura conţinutului teoriei şi, deci, pentru excelenţa unei teorii. (Vezi şi p. 394—395, nota şi p. 269—270.)

* VIII. *Conținut, simplitate și dimensiune*

Aşa cum am arătat deja în cuprinsul cărţii[1], nu sînt de părere că trebuie îngrădită libertatea de mişcare a limbajului ştiinţific interzicînd omului de ştiinţă să utilizeze idei, predicate, noţiuni „oculte" noi sau orice altceva, ori de cîte ori aceasta i se pare folositor. Din acest motiv, nu pot susţine pe acei filozofi care, în ultimul timp, au încercat în diverse moduri să introducă în teoria ştiinţei metoda calculelor artificiale sau „sisteme lingvistice", despre care se afirmă că sînt modele ale unui „limbaj" simplificat „al ştiinţei". După părerea mea, aceste încercări au fost pînă acum nu numai nefolositoare, ci ele au contribuit chiar la obscuritatea şi confuzia care domneşte în prezent în filozofia ştiinţei.

Aşa cum s-a discutat pe scurt în paragraful 38 şi în anexa I, am putea introduce ca *măsură a conţinutului unei teorii* valoarea inversă a numărului minimal al *enunţurilor atomare* necesar pentru infirmarea teoriei, dacă am avea la dispoziţie enunţuri atomare (absolute) — sau, ceea ce este tot una, *predicate absolut atomare*. Căci gradul conţinutului unei teorii este, desigur, acelaşi cu gradul ei de testabilitate sau de infirmabilitate şi, deci, teoria care este infirmabilă prin mai puţine enunţuri atomare, ar fi aceea infirmabilă sau testabilă mai uşor şi, deci, aceea cu un conţinut mai bogat. (Pe scurt: cu cît este mai mic numărul enunţurilor atomare necesar pentru constituirea unui falsificator potenţial, cu atît este mai mare conţinutul teoriei.)

Însă nu vreau să operez nici cu ficţiunea enunţurilor atomare, nici cu un sistem de limbaj artificial în care ne stau la dispoziţie enunţuri atomare. Căci, după părerea mea, este perfect clar că în ştiinţă nu există predicate atomare „naturale". Mulţi logicieni mai vechi par să fi conceput predicatele „om" şi „muritor" ca exemple de ceva analog predicatelor atomare. Carnap utilizează „albastru" sau „cald" drept exemple — probabil pentru că „om" şi „muritor" sînt noţiuni foarte complexe, care, aşa cum gîndesc unii, ar putea fi definite cu ajutorul noţiunilor mai simple, cum sînt „albastru" sau „cald". Totuşi, este caracteristic, pentru discuţia ştiinţifică, că nici acestea, nici alte predicate oarecare nu sînt tratate ca (absolut) atomare. În funcţie de problema în discuţie, pot fi tratate ca extrem de complexe nu numai „om" şi „muritor", ci şi „albastru" sau „cald"; „albastru", de pildă, drept culoarea cerului, care este explicabilă prin teoria atomică. Chiar termenul fenomenal „albastru" poate fi tratat, în anumite contexte, ca definibil — ca o caracteristică a imaginilor vizuale care sînt corelate cu situaţii fiziologice determinate. Pentru discuţia

[1] Vezi: paragraful 38, în special textul după nota 2, p. 150 şi urm.; vechea anexă I, p. 273 şi urm.; prefaţa din 1959.

ştiinţifică este caracteristic faptul că ea decurge în mod liber: dacă încercarea de a o priva de libertatea ei încadrînd-o în patul lui Procust al unui sistem de limbaj încheiat ar reuşi, acesta ar fi sfîrşitul ştiinţei.

Din aceste motive, am respins din capul locului ideea utilizării de enunţuri atomare la măsurarea gradului *conţinutului sau simplităţii* unei teorii; şi în locul ei am propus să se introducă ideea de enunţuri *relativ atomare* şi, apoi, ideea de *cîmp de enunţuri* care sînt relativ atomare în raport cu o teorie sau o clasă de teorii, pentru examinarea cărora ele sînt relevante: acest cîmp *F* ar putea fi interpretat*[1] drept *cîmp de aplicaţie* al teoriei sau clasei de teorii (concurente).

Dacă considerăm din nou ca exemple, ca în anexa precedentă, cele două teorii, a_1=„toate planetele se mişcă pe orbite circulare" şi a_2=„toate planetele se mişcă pe orbite eliptice", atunci putem concepe drept cîmp al nostru toate enunţurile de forma „La momentul x, planeta y se află în poziţia z"; deci acestea vor fi enunţurile noastre relativ atomare. Şi dacă admitem că deja ştim că traiectoria planetei este o curbă plană, atunci putem înscrie pe hîrtie milimetrică, care reprezintă cîmpul, diversele poziţii, de fiecare dată cu indicarea momentului şi a numelui planetei în discuţie, astfel că fiecare înscriere reprezintă unul din enunţurile relativ atomare. (În reprezentare se poate introduce dimensiunea timpului, dacă se marchează poziţia printr-un ac cu gămălie, a cărui lungime reprezintă timpul măsurat începînd de la o origine temporală acceptată; iar diverse gămălii colorate pot indica numele diverselor planete.)

Deja s-a explicat — mai cu seamă în paragrafele 40—46, ca şi în vechea mea anexă I — cum este posibil să se utilizeze, drept măsură a complexităţii teoriei, numărul cel mai mic de enunţuri relativ atomare necesar pentru infirmarea unei teorii. Şi s-a arătat că *simplitatea formală* a unei teorii ar putea fi măsurată prin *numărul (mic) al parametrilor ei*, în măsura în care acest număr nu ar fi rezultatul unei reduceri „formale" (în opoziţie cu una „materială") a numărului de parametri (cf., în special, paragrafele 40, 44, 45 şi anexa I).

Acum, toate aceste comparaţii ale simplităţii sau ale conţinutului teoriilor sînt, evident, tot una cu comparaţiile „microstructurii" conţinutului, în sensul indicat în anexa precedentă, căci probabilităţile absolute ale tuturor acestor teorii vor fi toate egale (şi anume, egale cu zero). Şi aş dori să arăt mai întîi că numărul de parametri ai unei teorii (în raport cu un cîmp de aplicaţie) poate fi interpretat efectiv ca o măsură a microstructurii conţinutului ei.

În acest scop trebuie să arăt că este valabilă următoarea afirmaţie: *într-un univers finit suficient de mare, teoria cu numărul mai mare de parametri va fi totdeauna mai probabilă (în sens clasic) decît teoria cu numărul mai mic de parametri* — presupunînd că teoriile sînt în concurenţă.

Aceasta se poate arăta în modul următor. În cazul unui cîmp de aplicaţie geometric continuu, universul nostru de evenimente posibile — fiecare din ele fiind descrise printr-un enunţ relativ atomic posibil — este, evident, infinit. Aşa cum s-a arătat la paragraful 38 şi urm., în acest caz putem compara două teorii în raport cu *dimensiunea* (şi nu cu *numărul*) posibilităţilor pe care ele le lasă deschise, adică a posibilităţilor favorabile lor. Rezultă că dimensiu-

---

*[1] Punem: $Ct_F(a)=p_F(a)=1/(d_F(a)+1)$. Aici, „$Ct_F$" înseamnă= „conţinut în raport cu *F*". Compară şi p. 150—151, 273—274 şi *Adaos*-ul de la p. 367.

nea acestor posibilităţi este egală cu numărul parametrilor. Acum, înlocuim universul infinit al enunţurilor relativ atomare printr-un univers *finit* (desigur, foarte mare) de enunţuri relativ atomare, corespunzînd exemplului cu tabla de şah din anexa precedentă[2]. Asta înseamnă că presupunem, că fiecare enunţ relativ atomar, în loc să se refere la un punct din plan, se referă la un *pătrat* mic cu latura ε, care reprezintă poziţia unei planete, şi că poziţiile posibile nu se intersectează[3]. Acum procedăm puţin altfel decît în exemplul din anexa precedentă şi înlocuim diversele *curbe*, reprezentările geometrice obişnuite ale teoriilor noastre, prin „cvasicurbe" (a căror lăţime este aproximativ egală cu ε), adică prin mulţimi sau lanţuri de pătrate. Din toate acestea se obţine că numărul teoriilor posibile (în măsura în care ele conduc la rezultate diferite) devine finit.

Acum considerăm reprezentarea unei teorii cu d parametri, care, în cazul continuităţii, a fost reprezentată printr-un continuum cu d dimensiuni, ale cărui puncte (d-uple) reprezentau cîte o curbă. Constatăm că putem utiliza în continuare un mod asemănător de reprezentare, numai că, continuumul nostru cu d dimensiuni este înlocuit cu un aranjament d-dimensional de „cuburi" (cu latura ε) d-dimensionale. Fiecare lanţ de astfel de cuburi mici reprezintă o „cvasicurbă", deci una din posibilităţile care sînt favorabile teoriei; şi aranjamentul d-dimensional reprezintă mulţimea tuturor „cvasicurbelor" care sînt compatibile cu teoria sau favorabile ei.

Acum putem spune însă că teoria cu numărul mai mic de parametri — *mulţimea* de cvasicurbe care este reprezentată printr-un aranjament cu mai puţine dimensiuni — nu are numai dimensiuni mai puţine, ci şi că conţine un număr mai mic de „cuburi", deci un număr mai mic de posibilităţi favorabile.

De aceea sîntem îndreptăţiţi să folosim rezultatele anexei precedente: dacă a_1 are mai puţini parametri decît a_2 şi concurează cu a_2, atunci, într-un univers suficient de mare, dar finit, este valabilă inegalitatea

$$p(a_1) < p(a_2)$$

şi deci,

(*) $$p(a_1) \prec p(a_2).$$

Dar formula (*) rămîne valabilă, dacă presupunem că ε tinde la zero, ceea ce este echivalent, la limită, cu înlocuirea universului finit printr-unul infinit. Deci ajungem la următoarea *teoremă*:

(1) Dacă numărul de parametri ai lui a_1 este mai mic decît numărul de parametri ai lui a_2, atunci ipoteza

$$p(a_1) > p(a_2)$$

contrazice legile calculului probabilităţilor, împreună cu unele ipoteze simple asupra trecerilor la limită.

---

[2] Compară anexa *VII, textul care trimite la nota 12.

[3] Presupunerea că poziţiile posibile nu se intersectează slujeşte la simplificarea expunerii noastre. La fel de bine am putea presupune că oricare două pătrate vecine se intersectează parţial unul cu altul — să spunem, de-a lungul unui sfert din suprafaţa lor. Am putea înlocui pătratele şi prin cercuri care se intersectează unele cu altele astfel încît să putem acoperi cu ele întreaga suprafaţă. Această presupunere s-ar apropia de o interpretare care consideră „poziţiile" drept rezultatele *măsurărilor* posibile ale poziţiilor, niciodată absolut precise.

Dacă notăm cu „$d_F(a)$" sau, mai simplu, cu „$d(a)$", dimensiunea teoriei a (în raport cu cîmpul F de aplicaţie), atunci putem formula teorema noastră astfel:

(1) Dacă $d(a_1) < d(a_2)$, atunci $p(a_1) \prec p(a_2)$;

deci „$p(a_1) > p(a_2)$" este incompatibilă cu „$d(a_1) < d(a_2)$".

Această teoremă (care este conţinută în mod implicit în textul cărţii) concordă cu următoarele consideraţii. O teorie a necesită cel puţin $d(a)+1$ enunţuri relativ atomare pentru a fi infirmată. „*Cei mai slabi falsificatori*" ai ei, cum s-ar putea numi, constau dintr-o conjuncţie de $d(a)+1$ enunţuri relativ atomare. Asta înseamnă că, dacă $n \leqslant d(a)$, atunci *nici o* conjuncţie de n enunţuri relativ atomare nu este suficient de tare din punct de vedere logic, astfel încît din ea să poată fi derivată $\bar{a}$, adică negaţia teoriei a. De aceea, tăria sau conţinutul lui $\bar{a}$ se poate măsura prin $d(a)+1$, deoarece a va fi mai tare decît orice conjuncţie de $d(a)$ enunţuri relativ atomare, însă cu siguranţă nu va fi mai tare decît o conjuncţie oarecare de $d(a)+1$ astfel de enunţuri. Însă, conform regulii probabilităţii

$$p(\bar{a}) = 1 - p(a) = Ct(a),$$

ştim că probabilitatea unei teorii a descreşte odată cu creşterea probabilităţii negaţiei ei, $\bar{a}$, şi invers, şi că sînt valabile aceleaşi relaţii între conţinuturile lui a şi $\bar{a}$. De aici este evident din nou că $d(a_1) < d(a_2)$ înseamnă că conţinutul lui a_1 este mai mare decît acela al lui a_2, şi deci că $d(a_1) < d(a_2)$ implică logic $p(a_1) \prec p(a_2)$, deci este *incompatibilă* cu $p(a_1) > p(a_2)$. Însă acest rezultat nu este nimic altceva decît teorema (1) derivată mai sus.

Teorema noastră a fost derivată din consideraţii asupra universurilor finite şi de aceea este complet independentă de trecerea la universuri infinite. Deci ea este independentă de formulele (1) şi (2) din anexa precedentă, adică de faptul că, într-un univers infinit, pentru orice lege universală a şi pentru orice probă empirică finita e, sînt valabile egalităţile

(2) $$p(a) = p(a,e) = 0$$

De aceea, sîntem îndreptăţiţi să folosim formula (1) pentru o altă derivare a lui (2); şi o astfel de derivare se poate realiza, dacă se foloseşte o idee aparţinînd lui Dorothy Wrinch şi Harold Jeffreys.

Aşa cum s-a arătat în anexa precedentă[4], Wrinch şi Jeffreys au observat următoarele: dacă avem un număr infinit de teorii incompatibile, excluzîndu-se una pe alta, suma probabilităţilor acestor teorii nu poate depăşi pe unu, astfel că aproape toate aceste probabilităţi trebuie să fie egale cu zero, afară de cazul că putem ordona teoriile într-un şir şi fiecăreia dintre ele să-i atribuim ca probabilitate o valoare dintr-un şir convergent de fracţii, a căror sumă nu depăşeşte pe unu. De exemplu, putem propune următoarele atribuiri: atribuim primei teorii valoarea 1/2, celei de a doua, $1/2^2$ şi, în general, celei de a n-a, valoarea $1/2^n$. Însă putem atribui, de asemenea, oricăreia din primele 25 de teorii, valoarea 1/50, adică 1/(2.25); fiecăreia din următoarele, valoarea 1/400, deci $1/(2^2.100)$, ş.a.m.d.

[4] Compară cu anexa *VII, p. 354 şi urm., textul care trimite la nota 11.

Oricum am forma ordonarea teoriilor noastre şi oricum le-am atribui probabilităţile noastre, va exista totdeauna o *cea mai mare* valoare a probabilităţilor, pe care o putem nota cu P (de pildă, în primul nostru exemplu, 1/2; în al doilea, 1/50); şi această valoare P va fi atribuită cel mult la n teorii (unde n este un număr finit, iar $n.P<1$). Oricare din aceste teorii, cărora le-a fost atribuită probabilitatea maximală P, are o *dimensiune*. Fie D cea mai mare dimensiune care apare la aceste teorii, iar a_1 una din ele cu $d(a_1)=D$. Atunci, evident, nici una din teoriile cu dimensiunea mai mare decît D nu se va găsi printre cele n teorii ale noastre cu probabilitate maximală. Fie a_2 o teorie cu dimensiunea mai mare decît D, astfel că $d(a_2)>D=d(a_1)$. Atunci atribuirea valorilor de probabilitate duce la

(—) $$d(a_1)<d(a_2);\ \text{şi}\ p(a_1)>p(a_2).$$

Acest rezultat contrazice teorema noastră (1). Dar o atribuire de genul descris, care duce la acest rezultat, este inevitabilă, dacă nu vrem să atribuim tuturor teoriilor aceeaşi probabilitate — şi anume, zero. De aceea, în baza teoremei noastre (1), este necesar să atribuim tuturor teoriilor probabilitatea zero.

Wrinch şi Jeffreys au ajuns, la rîndul lor, la un rezultat complet diferit. După părerea lor, posibilitatea cunoaşterii empirice cere posibilitatea de a ridica probabilitatea unei legi prin strîngerea de probe empirice favorabile. Ei conchid de aici că (2) trebuie să fie falsă şi, apoi, că trebuie să existe o metodă legitimă de a atribui unui şir infinit de teorii explicative, probabilităţi diferite de zero. Astfel, Wrinch şi Jeffreys au tras concluzii pozitive foarte tari din argumentarea „transcendentală" (aşa cum am numit-o în anexa mea precedentă)[5]. Deoarece ei au crezut că o *creştere a probabilităţii înseamnă şi o creştere a cunoaşterii* (astfel că un scop al ştiinţei este acela de a obţine probabilităţi înalte), nu s-au gîndit niciodată la posibilitatea (expusă aici) că *noi învăţăm prin experienţă din ce în ce mai mult despre legi universale, fără ca prin aceasta probabilitatea lor să crească vreodată;* şi că noi putem testa şi corobora din ce în ce mai bine unele din aceste legi şi, prin aceasta, să ridicăm *gradul lor de coroborare*, fără a schimba *probabilitatea* lor, a cărei valoare rămîne nulă.

Jeffreys şi Wrinch nu au descris niciodată cu destulă claritate şirul teoriilor şi atribuirea valorilor de probabilitate. Ideea lor de bază, aşa-numitul „postulat al simplităţii"[6], a fost aceasta: teoriile ar trebui să fie astfel ordonate, încît complexitatea lor, deci numărul parametrilor, să crească, în timp ce probabilităţile atribuite să descrească, ceea ce, în treacăt observînd, ar conduce la faptul că *două* teorii *arbitrare* din şir încalcă teorema noastră (1). Dar acest

---

[5] Cf. nota 3 la anexa *VII.

[6] În a sa *Theory of Probability* (ediţia întîia, 1939; ediţia a doua, 1948), § 3.0, Jeffreys spune despre „postulatul simplităţii" că „nu este... un postulat aparte, ci o aplicaţie nemijlocită a regulii 5". Însă, tot ceea ce afirmă regula 5 în raport cu regula 4 (ambele reguli sînt date în § 1.1.) este „principiul transcendental" într-o formă foarte vagă. Deci nu este nevoie să luăm în considerare regula 5.

Acum, în 1968, aş vrea să remarc în legătură cu aceasta, că Jeffreys, într-o nouă ediţie a cărţii sale *Theory of Probability* (ed. a treia, 1961) a lăsat de-o parte întregul § 3.0, cu excepţia primelor 11 rînduri, deci cam două pagini şi jumătate, şi deci toate acele pasaje pe care eu le-am indicat în 1959 în această notă şi în notele 7—10. Aceste omiteri din a 3-a ed. a lui Jeffreys mi se par a fi recunoaşteri tacite ale criticii mele.

gen de ordonare nu se poate realiza, aşa cum a observat Jeffreys însuşi. Căci pot exista teorii cu *acelaşi* număr de parametri. Jeffreys însuşi dă ca exemplu $y=ax$ şi $y=ax^2$ şi spune despre acestea: „despre legi în care apare acelaşi număr de parametri, se poate admite că au aceeaşi probabilitate apriorică“[7]. Dar numărul legilor care au aceeaşi probabilitate apriorică este infinit, căci propriile exemple ale lui Jeffreys pot fi continuate la infinit: $y=ax^3$, $y=ax^4$,...,$y=ax^n$ ş.a.m.d., unde $n\rightarrow\infty$. Astfel, pentru orice număr de parametri s-ar ridica aceeaşi problemă ca pentru întregul şir.

În afară de aceasta, însuşi Jeffreys admite în acelaşi § 3.0[8], că se poate obţine o lege a_1 dintr-o lege a_2 care are un parametru mai mult, dacă se pune acest parametru egal cu zero, şi că, în acest caz, $p(a_1)<p(a_2)$, deoarece a_1 este un *caz special* al lui a_2 şi de aceea a_1 lasă deschise mai puţine posibilităţi[9]. Deci, în acest caz special, Jeffreys admite că o teorie cu mai puţini parametri va fi mai puţin probabilă decît una cu mai mulţi parametri — în concordanţă cu teorema noastră (1). Dar el admite aceasta doar în acest caz particular şi în general nu îşi spune părerea asupra faptului că poate exista foarte bine o contradicţie între postulatul său al simplităţii şi acest caz. În general, el nu încearcă nicăieri să arate că postulatul simplităţii nu se află în contradicţie cu sistemul său de axiome; totuşi, avînd în vedere cazul special amintit (care rezultă, evident, din sistemul său de axiome), ar fi trebuit să-i fie clar că este neapărat necesară o demonstraţie a necontradicţiei.

Consideraţiile noastre arată că nu poate fi demonstrată necontradicţia şi că „postulatul simplităţii“ contrazice orice sistem adecvat de axiome pentru probabilitate, deoarece el trebuie să încalce teorema noastră (1)[10].

---

[7] *Theory of Probability*, § 3.0 (Ed. întîia, p. 95; ed. a doua, p. 100; nu se află în ed. a treia).

[8] *Op. cit.*, ed. întîia, p. 96; ed. a doua, p. 101; pasajul este omis în a treia ediţie.

[9] Jeffreys observă, *loc. cit.*, că „Jumătatea probabilităţii apriorice [a lui a_2] se concentrează în $\alpha_{m+1}=0$“, ceea ce, după cite se pare, trebuie să însemne că $p(a_1)=p(a_2)/2$; însă această regulă trebuie să ducă la contradicţii, dacă numărul de parametri ai lui a_2 este mai mare decît 2. [În ediţia a treia a cărţii lui Jeffreys, în care nu mai apare pasajul discutat aici, se află o observaţie care pare să-l înlocuiască, în noul § 1.62, la p. 49—50.]

[10] La pagina 36 a ediţiei a treia a cărţii sale *Theory of Probability*, Jeffreys spune despre teoria sa: „Totuşi, trebuie [să facem] restricţia că toate propoziţiile care sînt utilizate ca date [adică, drept ai doilea argument în $p(x, y)$], trebuie să aibă probabilităţi pozitive... în raport cu „H“. Aici, „probabilităţi pozitive în raport cu H“ înseamnă, practic, acelaşi lucru ca „probabilităţi absolute mai mari decît zero“ în sensul meu; şi, mai departe, el spune că aceasta face să apară o anumită „dificultate“ care, totuşi, „poate fi evitată“. Pe lîngă aceasta, într-o notă de subsol se află următoarea observaţie: „Prof. K. R. POPPER, *Logic of Scientific Discovery* (Appendix viii) [care înseamnă „*viii“] afirmă că ea [dificultatea] nu poate fi evitată. Însă eu nu văd că el a reflectat suficient asupra principiului convergenţei, care este discutat în § 1.62“.

Această afirmaţie a lui Jeffreys este de neînţeles din trei motive:

(1) Paragraful 1.62 este nou introdus în ediţia a treia. (El este în mod evident menit să atenueze cît mai mult posibil obiecţiile anexei mele *viii. Dar nicăieri nu se găseşte o trimitere directă la critica mea; — cel mult, nota de subsol citată mai sus, care se află cu nouă pagini înainte de § 1.62.) Deoarece în 1959, cînd apărea cartea mea, § 1.62 al lui Jeffreys nu era încă publicat, puţin probabil că puteam pe atunci să fi „reflectat suficient“ asupra acestui § 1.62 necunoscut de mine.

(2) „Principiul convergenţei“ nu este formulat sau discutat nicăieri în § 1.62. Este adevărat că apar termenii „condiţie“ (*condition*, p. 46); „condiţia de convergenţă“ (*condition of convergence*, de două ori la p. 47); şi, în sfîrşit, mult mai tîrziu, „regula de convergenţă“ (*rule of convergence*, p. 50); dar aceste expresii nu sînt explicate nicăieri, cu atît mai puţin

În încheierea acestei anexe aş dori să încerc să găsesc o explicaţie posibilă a faptului că Wrinch şi Jeffreys au considerat „postulatul" lor „al simplităţii" drept inofensiv — drept incapabil să provoace dificultăţi.

Nu trebuie să se uite că ei au fost primii care au identificat simplitatea cu numărul mic de parametri. (Eu nu identific direct aceste două mărimi: eu deosebesc o reducere formală a numărului de parametri, de una materială — cf. paragrafele *40*, *44*, *45* —, şi astfel, ceea ce apare intuitiv ca simplitate, trebuie conceput ca ceva de felul simplităţii formale; în rest, teoria mea a simplităţii concordă asupra acestui punct cu aceea a lui Wrinch şi Jeffreys.) De asemenea, Wrinch şi Jeffreys au înţeles clar că simplitatea este unul din ţelurile oamenilor de ştiinţă — că aceştia preferă o teorie mai simplă uneia mai complicate şi de aceea pun în probă mai întîi cele mai simple teorii. Wrinch şi Jeffreys au avut dreptate asupra tuturor acestor puncte. De asemenea, ori au avut dreptate cînd au presupus că există relativ puţine teorii simple şi multe teorii complexe, al căror număr creşte odată cu numărul parametrilor lor.

Acest ultim fapt i-a condus, după cît se pare, pe Wrinch şi Jeffreys la părerea că teoriile complexe sînt cele mai puţin probabile (deoarece probabilitatea disponibilă a trebuit să fie distribuită într-un fel oarecare între diversele teorii). Şi, deoarece ei au presupus şi că un grad înalt de probabilitate indică un grad înalt de cunoaştere şi de aceea ţine de ţelurile oamenilor de ştiinţă, li s-a părut evident faptul că teoria mai simplă (şi deci mai dorită) trebuie să fie identificată cu teoria mai probabilă (şi deci mai dorită); căci altfel, chiar ţelul omului de ştiinţă ar fi contradictoriu. Astfel, postulatul simplităţii a apărut ca intuitiv necesar şi deci *a fortiori* ca necontradictoriu.

Totuşi, îndată ce înţelegem că omul de ştiinţă nu urmăreşte şi nu poate urmări un grad înalt de probabilitate, şi că impresia contrară se bazează pe o confundare a ideii intuitive de probabilitate cu o altă idee intuitivă (numită

---

discutate, deşi este clar că Jeffreys vrea să indice cu aceste expresii diferite faptul foarte simplu, luat în considerare şi discutat aici de mine destul de amănunţit, că într-un şir (numărabil) infinit de enunţuri care se exclud reciproc (de exemplu, teorii), putem atribui oricăruia din aceste enunţuri o valoare pozitivă de probabilitate, de exemplu, valoarea $(1/2)^n$ celui de al n-lea enunţ.

(3) În noul § 1.62 Jeffreys menţine al său „postulat al simplităţii" (*simplicity postulate*), cu toate că el scrie următoarele:

(a) „Nu cred că regula [=postulatul simplităţii] pe care noi [Wrinch şi Jeffreys] am propus-o, este satisfăcătoare". (p. 48.)

(b) „Nu ştiu dacă postulatul simplităţii va fi formulat vreodată într-o formă suficient de precisă pentru a putea atribui o probabilitate [=probabilitate absolută, *prior probability*] determinată oricărei legi [=legi a naturii]". (p. 48.)

Aceste două mărturisiri accentuează gravitatea situaţiei: formularea principiului simplităţii, stabilită de Wrinch şi Jeffreys, este abandonată, ca nesatisfăcătoare, de Jeffreys însuşi şi sînt exprimate îndoieli (îndreptăţite) cu privire la o formulare satisfăcătoare. Atunci, însă, cum trebuie să descoperim dacă există un postulat al simplităţii care nu este în contradicţie, ca cel al lui Jeffreys şi Wrinch, cu restul axiomelor calculului probabilităţilor? Demonstraţia necontradicţiei, cerută de mine din motive întemeiate, este recunoscută, în orice caz, ca iniţial imposibilă, dacă nu există nici o formulare satisfăcătoare a postulatului simplităţii. (Asupra discuţiei mele cu Jeffreys compară şi nota 6 de mai sus; de asemenea, nota 3 de la anexa *V; şi p. 354 şi urm.)

aici „grad de coroborare")[11], ne devine clar şi faptul că simplitatea sau numărul mic de parametri nu este legată şi nu creşte odată cu probabilitatea, ci cu improbabilitatea. Şi, mai departe, ne devine clar că, totuşi, un grad înalt de simplitate este în legătură cu un grad înalt de coroborare. Căci un grad înalt de testabilitate sau coroborabilitate este acelaşi lucru cu o improbabilitate apriorică înaltă sau simplitate.

Problema coroborării este discutată amănunţit în următoarea anexă.

Adaos (1968). Aşa cum am accentuat în alt adaos, la finele paragrafului 46, nu mă ocup în nici un fel de *esenţa* sau *definiţia* simplităţii. Nu mă interesează cuvintele sau semnificaţiile lor, ci doar *problemele veritabile;* aici, în primul rînd, *problemele metodologice ale inducţiei*. (Vezi p. 269—270 (1), unde se află o soluţie negativă a acestei probleme, ca şi o soluţie pozitivă parţială.)

De atunci am *relativizat* mai departe compararea simplităţii:

(1) Deja în 1934 am relativizat dimensiunea, şi deci simplitatea la un cîmp de aplicaţie (p. 273; vezi şi p. 150—151).

(2) Dar aceasta înseamnă relativizarea la o *problemă* sau la un cerc de probleme şi, apoi, relativizarea comparării simplităţii la o clasă de încercări de rezolvare (teorii) *concurente.*

(3) *Problemele se leagă în mare măsură: ele formează cercuri de probleme.* Teoria T_1, care rezolvă problemele unui cerc care conţine pe cele rezolvate de teoria T_2, are un conţinut (relativ) mai mare.

(4) Dar legătura teoretică a problemelor este ceva ce poate fi *descoperit.* De aceea ea este relativă la teorie *şi* la dezvoltarea istorică a teoriilor. Astfel, simplitatea unei teorii poate depinde de situaţia istorică a problemei: de teoriile propuse şi de coroborarea lor. Şi astfel, problema conţinutului sau simplităţii unei teorii devine *parţial* o problemă istorică.

---

[11] La punctul 8 al celei de „A treia note" a mea, care este retipărită în anexa *IX, se arată următoarele: dacă *h* este o ipoteză statistică care afirmă că „$p(a, b)=1$", atunci această ipoteză, *h*, după ce a trecut *n* teste severe, va avea gradul de coroborare $n/(n+2)=$ $=1-(2/(n+2))$. Există o asemănare surprinzătoare între această formulă şi „regula succesiunii" a lui Laplace, conform căreia probabilitatea ca *h* să treacă următorul test este $(n+1)$ $(n+2)=1-(1/(n+2))$. Asemănarea numerică a acestor rezultate în legătură cu deosebirea insuficientă dintre probabilitate şi coroborare este, poate, o explicaţie a faptului că rezultatele lui Laplace şi altele asemănătoare au fost considerate intuitiv drept satisfăcătoare. Eu consider rezultatul lui Laplace ca fals pentru că, după părerea mea, supoziţiile sale (aici am în vedere ceea ce numesc „distribuţia lui Laplace") nu sînt aplicabile în cazurile tratate de el; totuşi aceste ipoteze sînt valabile pentru alte cazuri; ele ne permit să evaluăm probabilitatea absolută a unei relatări asupra unui eşantion statistic. (Cf. mai jos, p. 382 şi urm., şi p. 386—387 şi urm.)

Anexa *IX. *Coroborarea, ponderea probei empirice și testele statistice*

Cele trei note republicate mai jos în prezenta anexă au fost tipărite inițial în „*The British Journal for the Philosophy of Science*"[1].

Încă înainte de publicarea cărții mele din anul 1934, am fost de părere că problema gradului de coroborare aparține acelor chestiuni care trebuiau studiate mai amănunțit. Prin „problema gradului de coroborare" înțeleg problema care constă din următoarele chestiuni: (I) cum se poate arăta că există o *măsură a severității* testelor (care se va numi grad de coroborare) la care a fost supusă o teorie, ca și a modului în care ea a trecut sau nu a trecut aceste teste; și (II) dacă și cum se poate arăta că *această măsură nu poate fi o probabilitate* sau, mai exact, că ea nu satisface legile calculului probabilităților.

O schiță a soluției ambelor probleme — în special a celei de a doua — s-a conturat deja în cartea mea. Totuși, am considerat că este necesar ceva mai mult. Nu este suficient să se prezinte eșecul teoriilor existente ale probabilității — al celei a lui Keynes sau, de pildă, al celei a lui Jeffreys și chiar al celor ale lui Kaila sau Reichenbach — din care nici una măcar nu a putut demonstra teza fundamentală comună tuturor acestor autori: că o lege universală sau o teorie poate atinge vreodată o probabilitate $>1/2$. (Ele n-au reușit niciodată să demonstreze că o lege universală sau teorie poate avea vreodată o probabilitate diferită de zero.) Tratarea acestei probleme trebuia să fie perfect generală. De aceea mi-am propus ca scop construirea unui calcul formal al probabilităților, care trebuia să admită diverse interpretări. Pentru aceasta mă gîndeam (I) la interpretarea logică, care a fost schițată în cartea mea ca probabilitate logică (absolută) a enunțurilor; (II) la probabilitatea logică relativă a enunțurilor, așa cum a întrevăzut-o Keynes; (III) la interpretarea în termenii unui calcul al frecvențelor relative în șiruri; (IV) la interpretarea în termenii unui calcul al unei măsuri a domeniilor sau a predicatelor, claselor sau mulțimilor.

Evident, scopul final era acela de a arăta că gradul de coroborare nu este o probabilitate, adică *nu aparține interpretărilor posibile ale calculului probabilităților*. Totuși, îmi era clar că tema construirii unui calcul formal ar fi interesantă nu numai pentru acest scop particular, ci și în sine.

Din aceste considerații a rezultat articolul meu publicat în „*Mind*", care este retipărit aici, ca anexa *II, și alte lucrări care s-au întins de-a lungul multor ani și care au urmărit atît simplificarea sistemului meu de axiome, cît și construirea unui calcul în care $p(a,b)$ — probabilitatea lui a în raport cu b —

---

[1] „B.J.P.S.", *5*, 1954, p. 143 și urm. (vezi și corecturile la p. 334 și p. 359); *7*, 1957, p. 350 și urm., și *8*, 1958, p. 294 și urm.

să poată avea o valoare determinată, în loc de 0/0, chiar atunci cînd $p(b)$ este egală cu zero. Problema se ivește în mod natural, deoarece definiția

$$p(a,b)=p(ab)/p(b)$$

nu e valabilă, dacă $p(b)=0$. (Pentru rezolvarea ei, vezi anexele *IV și V.)

Era necesară o rezolvare a acestei probleme, deoarece am constatat imediat că pentru definiția lui $C(x,y)$ — a gradului de coroborare a teoriei x prin proba empirică y — trebuia să operez cu o conversă, $p(y,x)$, pe care R.A. Fischer a numit-o *verosimilitatea relativă* („*likelihood*") a lui x (în lumina probei y sau în raport cu y). (Să se observe că atît „verosimilitatea relativă" a lui Fischer, cît și „coroborarea" mea trebuie să măsoare admisibilitatea *ipotezei* x; în această relație, importantă este, deci, x, în timp ce y reprezintă doar materialul faptic variabil sau, cum îmi place mai mult să spun, relatările asupra *rezultatelor testelor*.) Eram convins că, dacă x este o teorie, atunci $p(x)=0$. Vedeam, deci, că trebuia să construiesc un nou calcul al probabilităților, în care „verosimilitatea" $p(y,x)$ putea fi un număr determinat, diferit de 0/0, chiar dacă x era o teorie universală și $p(x)=0$. (Vezi anexa *VII.)

Acum aș dori să explic pe scurt cum apare problema lui $p(y,x)$ — a verosimilității relative („*likelihood*") a lui x.

Dacă ni se cere să indicăm un criteriu pentru faptul că proba y coroborează sau confirmă un enunț x, atunci cel dintîi răspuns așteptat este: „y trebuie să *mărească*, deci să modifice probabilitatea lui x". Putem exprima aceasta în simboluri, dacă scriem „$Co(x,y)$" în loc de „x este sprijinit, coroborat sau confirmat de y". Atunci putem formula criteriul nostru astfel:

(1) $Co(x,y)$ atunci, și numai atunci, cînd $p(x,y)>p(x)$.

Această formulă are, totuși, un defect. Căci, dacă x este o teorie universală, iar y este o probă empirică oarecare, atunci, așa cum am văzut în cele două anexe precedente[2], sînt valabile egalitățile

(2) $p(x)=0=p(x,y)$.

Însă, de aici ar rezulta că, pentru o teorie x și o probă y, formula $Co(x,y)$ este totdeauna falsă; cu alte cuvinte, că o lege universală nu poate fi niciodată sprijinită, coroborată sau confirmată de un material faptic.

(Observația nu este valabilă doar pentru un univers infinit, ci și pentru orice univers extrem de mare, așa cum este al nostru; căci, în acest caz, atît $p(x,y)$, cît și $p(x)$ vor fi nemăsurabil de mici și deci, practic, egale.)

Totuși, această dificultate poate fi depășită în felul următor. Dacă $p(x)\neq$ $\neq 0 \neq p(y)$, atunci e valabilă în general formula

(3) $p(x,y)>p(x)$ atunci, și numai atunci, cînd $p(y,x)>p(y)$,

astfel că formula (1) o putem transforma în

(4) $Co(x,y)$ atunci, și numai atunci, cînd $p(x,y)>p(x)$ sau $p(y,x)>p(y)$.

Acum, fie x, din nou, o lege universală și y o probă empirică, care rezultă, de pildă, din x. În acest caz, deci totdeauna cînd y rezultă din x, vom spune în

[2] Vezi în special anexa *VII, formulele (1) și (2), ca și anexa *VIII, formula (2).

mod intuitiv că $p(x,y)=1$. Și, mai departe, dacă y este empirică, astfel că $p(y)$ este cu siguranță mai mică decît 1, găsim că (4) este aplicabilă și că afirmația $Co(x,y)$ va fi adevărată. Adică, dacă y rezultă din x, x poate fi coroborat de y presupunînd că $p(y)<1$. Deci formula (4) este complet satisfăcătoare din punct de vedere intuitiv. Dar, pentru a putea opera liber cu (4), avem nevoie de un calcul al probabilităților în care $p(y,x)$ este definit — în cazul nostru, $p(y,x)=1$ — și nu 0/0 —, chiar dacă $p(x)=0$. Pentru a obține acest lucru, trebuie să realizăm tocmai generalizarea, analizată mai sus, a calculului obișnuit.

Deși aceasta mi-a fost deja clar în momentul în care apărea comunicarea mea în „*Mind*" (compară anexa *II), sarcini mai urgente m-au împiedicat să duc mai departe munca mea în acest domeniu. Abia în 1954 am publicat rezultatele cercetării mele asupra problemei gradului de coroborare în prima din cele trei note retipărite aici; au trecut alte șase luni pînă la publicarea unui sistem de axiome pentru probabilitatea relativă[3], care corespundea cerinței ca $p(x,y)$ să fie un număr determinat, chiar cînd $p(y)=0$. (Acest sistem era echivalent cu cel dat în anexa *IV, dar mai puțin simplu.) Deci această lucrare a pregătit fundamentele tehnice pentru a stabili definiții satisfăcătoare pentru „verosimilitatea relativă" a lui Fischer și conceptul meu de „grad de coroborare".

Prima mea notă, *Degree of Confirmation*, care a fost publicată în 1954 în „*British Journal for the Philosophy of Science*", conține o infirmare matematică a tuturor teoriilor inducției care identifică gradul în care este coroborat un enunț prin texte empirice cu gradul probabilității (în sensul calculului probabilităților) sale. Infirmarea constă în aceea că eu arăt că prin punerea pe același plan a gradului de coroborare cu probabilitatea sîntem siliți să acceptăm un șir de puncte de vedere extrem de paradoxale, printre care se află următoarea afirmație în mod evident contradictorie.

(*) Există cazuri în care x este puternic sprijinit de z și y este puternic subminat de z, în timp ce, simultan, x este coroborat de z într-un grad mai mic decît este y coroborat de z.

La punctul 6 al primei mele note[4] se găsește un exemplu simplu care arată că trebuie să tragem această concluzie distrugătoare dacă identificăm coroborarea cu probabilitatea. Deoarece discuția exemplului este foarte scurtă acolo, poate este bine să explic chestiunea încă o dată aici.

Se consideră aruncarea următoare, într-o partidă cu un zar omogen. Fie x enunțul „va cădea un șase"; fie y negația lui x, adică e valabilă egalitatea $y=\bar{x}$; și fie z informația „va cădea un număr par".

Atunci avem următoarele probabilități absolute:

$$p(x)=1/6;\ p(y)=5/6;\ p(z)=1/2.$$

---

[3] Vezi „B.J.P.S.", *6*, 1955, p. 56–57.

[4] În opoziție cu exemplul dat aici în text, exemplele de la punctele 5 și 6 din prima mea notă sînt cele mai simple posibile, adică ele folosesc cel mai mic număr posibil de proprietăți echiprobabile care se exclud una pe alta. Acest lucru e valabil și pentru exemplul pe care îl conține nota la care trimite punctul 5. (În ceea ce privește punctul 5, un exemplu echivalent, ce-i drept mai complicat, se pare că se află în *Logical Fondations of Probability*, 1950, § 71, a lui Carnap; acolo prezentarea lui Carnap este atît de încîlcită, încît eu nu pot să o urmăresc. În ceea ce privește punctul 6 al meu, nu am găsit un exemplu corespunzător nici la Carnap, nici altundeva.)

În afară de acestea, avem următoarele probabilităţi relative:

$$p(x,z)=1/3;\quad p(y,z)=2/3$$

Vedem că x este sprijinit prin informaţia z, căci z ridică probabilitatea lui x de la 1/6 la 2/6=1/3. Apoi vedem că y este subminat de z, căci z micşorează probabilitatea lui y cu aceeaşi valoare, de la 5/6 la 4/6=2/3. Cu toate acestea, $p(x,z)<p(y,z)$. Acest exemplu demonstrează următoarea teoremă:

(5) Există enunţuri x,y şi z care satisfac următoarea formulă:

$$p(x,z)>p(x)\&p(y,z)<p(y)\&p(x,z)<p(y,z).$$

Este clar că aici se poate înlocui „$p(y,z)<p(y)$" prin formula mai slabă „$p(y,z)\leqslant p(y)$".

Evident că această teoremă nu este cîtuşi de puţin paradoxală. Şi acelaşi lucru este valabil pentru corolarul său, (6), pe care îl obţinem dacă, conform formulei (1) de mai sus, substituim pe „$p(x,z)>p(x)$" şi „$p(y,z)\leqslant p(y)$" cu expresiile „$Co\ (x,z)$", respectiv „$\sim Co(y,z)$" — deci „non-$Co(y,z)$":

(6) Există enunţuri x, y şi z, care satisfac următoarea formulă:

$$Co(x,z)\&\sim Co(y,z)\&p(x,z)<p(y,z).$$

La fel ca (5), teorema (6) exprimă un fapt pe care l-am demonstrat prin exemplul nostru, şi anume: x poate fi sprijinit de z şi y poate fi subminat de z, şi, totuşi, x poate fi mai puţin probabil în raport cu z, decît y în raport cu z.

Totuşi, apare imediat o contradicţie evidentă, dacă substituim acum, în formula (6), pe $p(a,b)$ cu gradul de coroborare $Co(a,b)$; căci obţinem *formula contradictorie:*

(**) $Co(x,z)\&\sim Co(y,z)\&\ C(x,z)<C(y,z)$

sau, în cuvinte: „x, dar nu y, este sprijinit sau coroborat de z; şi, în acelaşi timp, x este mai rău coroborat de z, deci y".

Astfel, am demonstrat că identificarea gradului de coroborare cu probabilitatea (dar şi cu verosimilitatea relativă sau „*likelihood*") este absurdă atît din motive formale, cît şi intuitive: această identificare conduce la o contradicţie logică.

Aici, expresia „grad de coroborare" poate fi înţeleasă într-un sens care este mai larg decît acela pe care l-am intenţionat de obicei. În timp ce eu concep, de obicei, expresia ca un sinonim pentru „gradul stricteţei testelor trecute de o teorie", aici ea semnifică doar „grad în care este sprijinit un enunţ x de un enunţ y".

Dacă examinăm această demonstraţie, atunci vedem că ea se sprijină doar pe două ipoteze:

(a) formula (1);

(b) presupunerea că orice afirmaţie de forma:

(***) x are proprietatea P (de exemplu, proprietatea „cald") şi y nu are proprietatea P şi y are proprietatea P într-un grad mai ridicat decît x (de exemplu, y este mai cald decît x) este *contradictorie.*

Orice cititor atent al primei mele note (şi în special al exemplului de la punctul 6) va constata că această lucrare conţine în mod implicit toate punctele analizei încheiate în acest moment, poate cu excepţia formulării generale (***) a contradicţiilor (*) şi (**). Desigur că analiza este mai amănunţită aici; însă scopul principal al acelei note nu a fost acela de a da o critică, ci de a formula o definiţie a gradului de coroborare.

Critica conţinută în nota mea se îndrepta împotriva *tuturor* acelora care identifică implicit sau explicit gradul de coroborare sau confirmare sau acceptabilitate cu probabilitatea. Filozofii la care mă gîndeam erau, în special, Keynes, Jeffreys, Reichenbach, Kaila, Hosiasson şi, mai de curînd, Carnap. În ceea ce-l priveşte pe Carnap, am scris o notă critică care, după părerea mea, vorbeşte de la sine. Ea a fost motivată de faptul că, formulînd criteriile de adecvare pentru gradul de confirmare, Carnap se referă la consensul „în mod practic, al tuturor teoriilor moderne" asupra gradului de coroborare, fără a aminti părerea mea divergentă, deşi el însuşi a introdus expresia englezească *„degree of confirmation"* ca traducere a expresiei mele „grad de coroborare" (cf. mai sus ultima notă înainte de a începe paragraful 79). De asemenea, am vrut să arăt că împărţirea probabilităţii, de către el, în probabilitate$_1$ (=gradul ei de confirmare) şi probabilitate$_2$ (=frecvenţă statistică) este insuficientă, deoarece în orice caz există cel puţin două interpretări ale calculului probabilităţilor (cea logică şi cea statistică) şi, *în plus*, există gradul de coroborare în sensul meu, care nu este probabilitate (ceea ce s-a arătat deja aici şi trebuia să se observe şi din nota mea).

Se pare că această notă de unsprezece rînduri a atras atenţia mai mult decît restul conţinutului comunicării mele. Ea a dus la o discuţie în *„British Journal for the Philosophy of Science"*[5], în care Bar-Hillel afirma că critica mea la adresa a ceea ce el numea „teoria confirmării acceptată în prezent", adică teoria lui Carnap, era o critică pur verbală şi că tot ceea ce aveam de spus fusese spus de Carnap cu anticipaţie. Nota a prilejuit apoi o recenzie a articolului meu în *„Journal of Symbolic Logic"*[6], în care Kemeny a rezumat comunicarea mea în felul următor: „Ideea de bază a acestui articol este aceea că măsurile propuse de Carnap pentru gradul de confirmare, sau alte măsuri ale probabilităţii logice, nu sînt în stare să măsoare gradul de confirmare".

Cu siguranţă că nu aceasta era ideea mea de bază. Nota mea era continuarea uneia din lucrările mele, care a fost publicată cu 15 ani înainte de a fi scrisă cartea lui Carnap; şi, în ce priveşte atitudinea mea critică, punctul în discuţie — identificarea coroborării, confirmării sau admisibilităţii cu probabilitatea — este, într-adevăr, ideea de bază a cărţii lui Carnap, totuşi Carnap nu este în nici un fel creatorul acestei teze. Căci el urmează aici doar tradiţia lui Keynes, Jeffreys, Reichenbach, Kaila, Hosiasson şi alţii. Apoi, atît Bar-Hillel, cît şi Kemeny dau de înţeles că critica mea, în măsura în care este îndreptată împotriva teoriei lui Carnap, era pur verbală şi că nu există nici un motiv să se abandoneze teoria lui Carnap. De aceea, vreau să precizez aici ab-

---

[5] Vezi „B.J.P.S.", *6*, 1955, p. 155—165, şi 7, 1956, p. 243—256.

[6] Vezi „J.S.L.", *20*, 1955, p. 304. În recenzia lui Kemeny se găseşte următoarea greşeală veritabilă: în rîndul al 16-lea de jos, în loc de „măsura sprijinului dat de *y* lui *x*", ar trebui să scrie „măsura puterii explicative a lui *x* în raport cu *y*".

solut clar că teoria lui Carnap este logic contradictorie și că contradicția nu este o greșeală nesemnificativă și ușor de înlăturat, ci se bazează pe greșeli în fundamentul ei logic.

În primul rînd, teoria lui Carnap afirmă în mod expres atît ipoteza (*a*), cît și ipoteza (*b*), care, așa cum am văzut, sînt suficiente pentru a demonstra că gradul de coroborare nu trebuie să fie identificat cu probabilitatea: (*a*), adică formula noastră (1), se află în cartea lui Carnap ca formula (4) din § 87; (*b*), adică (***) sau ipoteza că (**) este o contradicție, se află acolo în § 18 (B, III), unde Carnap scrie: „Dacă proprietatea „cald“ și relația „mai cald“ ar fi notate, să zicem... prin „*P*“ și „*R*“, atunci „*Pa.~Pb.Rba*“ ar fi o contradicție“. Însă aceasta este formula noastră (***). Desigur, pentru argumentarea mea, care arată absurditatea identificării lui *C* și *p*, este cu totul irelevant într-o anumită privință, dacă (a) și (b) sînt, sau nu, afirmate amîndouă, în mod expres, într-o carte. Dar în cartea lui Carnap, *Logical Foundations of Probability*, se află ambele afirmații în text.

În al doilea rînd, contradicția expusă aici este decisivă pentru Carnap: acceptînd (1), sau, mai precis, definind în § 86 „*x* este confirmat prin *y*“ cu ajutorul lui „$p(x,y)>p(x)$“ (în simbolismul nostru), Carnap arată că semnificația pe care o dă el „gradului de confirmare“ (*Explicandum*-ul său) este aproape aceeași ca semnificația dată de mine. Este vorba de reprezentarea intuitivă a gradului în care constatările faptice susțin o teorie. (Kemeny, *loc. cit.*, se înșală cînd afirmă contrariul. „O citire scrupuloasă“ a lucrării mele — și pot să adaug, a cărții lui Carnap — *nu* „dovedește că Popper și Carnap se referă la două *explicanda* diferite“, ci faptul că Carnap, fără să observe, avea în vedere două „*explicanda*“ diferite și incompatibile cu a sa probabilitate$_1$, una dintre ele fiind la mine *C*, iar cealaltă *p*, și faptul că eu am semnalat în mod repetat pericolul acestei erori — de exemplu în lucrarea recenzată de Kemeny.) De aceea, pentru Carnap, orice schimbare a presupunerii (a) este *ad hoc*. Nu critica mea este pur verbală, ci încercarea de a salva „teoria astăzi acceptată a confirmării“.

În privința celorlalte detalii, trebuie să mă refer la discuția din „*B.J.P.S*“. Pot să mărturisesc aici că am fost puțin decepționat atît de această discuție, cît și de recenzia lui Kemeny din „*Journal of Symbolic Logic*“. Din punct de vedere rațional consider că situația este destul de serioasă. În epoca noastră post-raționalistă s-au scris tot mai multe cărți în limbaj simbolic și devine tot mai greu de înțeles despre ce este vorba în general și de ce ar trebui să fie necesar sau avantajos să ne lăsăm plictisiți de volume pline de trivialități simbolice. S-ar părea că simbolismul a devenit o valoare în sine, că ar trebui să fie venerat pentru sublima lui „exactitate“. Este vorba de o nouă expresie a vechii năzuințe către certitudine, un nou ritual simbolic, un nou surogat al religiei. Și totuși, se pare că singura valoare posibilă a unui astfel de lucru, singura scuză posibilă a pretenției sale îndoielnice de exactitate, constă într-un singur avantaj: dacă este pusă în evidență prin simbolism o eroare sau o contradicție, atunci nu mai există nici o scuză verbală — ea poate fi demonstrată și atita tot. (Frege n-a încercat nici o manevră de eschivare cînd a luat cunoștință de critica lui Russell.) Deci, dacă trebuie să suportăm deja o serie de detalii tehnice obositoare și un formalism complex și inutil, atunci putem cel puțin spera în compensație că o contradicție, dovedită în mod simplu și direct,

mai ales cînd demonstrația constă în cel mai simplu contraexemplu, va fi admisă ca atare. Din această cauză, am fost decepționat să întîlnesc, în locul acestei situații, subterfugii pur verbale, combinate cu afirmația îndrăzneață că critica prezentată de mine ar fi „pur verbală".

Cu toate acestea, nu trebuie să ne pierdem răbdarea. De la Aristotel încoace, enigma inducției i-a condus pe mulți filozofi la iraționalism, la scepticism sau misticism. Și chiar dacă credința filozofică în identitatea lui C cu p a rezistat de la Laplace multor furtuni, eu sper totuși în continuare că ea va fi într-o zi abandonată. Căci nu pot să cred că apărătorii acestei credințe se vor mulțumi întotdeauna cu interpretarea mistică și hegeliană a lui „$C=p$" ca axiomă evidentă sau ca obiect orbitor al unei intuiții inductive. (Spun „orbitor", căci se pare că este vorba de un obiect ai cărui privitori sînt atinși de orbire cînd se lovesc de contradicțiile lui logice.)

Îmi permit aici să susțin că una dintre cele mai interesante realizări din teoria cunoașterii o constituie faptul că *gradul de coroborare sau acceptabilitate nu poate fi o probabilitate.* Această idee poate fi exprimată și mai simplu în felul următor. O relatare asupra rezultatului testelor cărora le-a fost supusă o teorie poate fi rezumată într-o evaluare. Aceasta poate să ia forma atribuirii unui anumit grad de coroborare teoriei, dar niciodată forma atribuirii unui grad de probabilitate, căci probabilitatea unui enunț (fiind date anumite enunțuri-test) *nu exprimă o evaluare a severității testelor pe care le-a trecut, și nici a modului în care a trecut aceste teste.* Motivul principal al acestei situații este faptul că *conținutul* unei teorii — care este identic cu *improbabilitatea* ei — îi determină *testabilitatea* și *coroborabilitatea.*

Cred că aceste două concepte — de *conținut* și de *grad de coroborare* — sînt cele mai importante instrumente logice pe care le-am dezvoltat în cartea mea[7].

Dar atît este suficient ca introducere. În cele trei note care urmează am lăsat neschimbat semnul „$P(x)$", în locul căruia scriu acum în mod obișnuit „$p(x)$". Am corectat cîteva greșeli tipografice[8]. Cele cîteva note pe care le-am

---

[7] După cîte știu, recunoașterea semnificației *conținutului empiric* al unei teorii, sugestia că acest conținut crește odată cu clasa falsificatorilor potențiali ai teoriei, deci cu clasa stărilor de lucruri pe care ea le interzice sau le exclude, și ideea că conținutul poate fi măsurat prin improbabilitatea teoriei sînt „întru totul opera mea" și nu provin din nici o altă sursă. Am fost deci surprins să citesc în lucrarea lui Carnap *Introduction to Semantics*, 1942, la p. 151, în legătură cu definiția pe care o dă el conținutului: „...puterea asertorică a unei propoziții constă în faptul că ea exclude anumite stări de lucruri (Wittgenstein); cu cît exclude mai mult, cu atît afirmă mai mult". I-am scris lui Carnap, cerîndu-i detalii și amintindu-i anumite pasaje relevante din cartea mea. El mi-a răspuns că referința la Wittgenstein se datorește unei scăpări de memorie, că el avea de fapt în minte un pasaj din cartea mea; el a repetat această corectură și în lucrarea *Logical Foundations of Probability*, 1950, p. 406. (În lucrarea *Symbolische Logik*, 1960, p. 21, 6b, uită din nou sursa de inspirație.) Amintesc acest lucru, deoarece, din 1942 într-o serie de lucrări, conceptul de conținut — în sensul de conținut empiric sau informativ — a fost atribuit, fără referințe bibliografice, adesea lui Wittgenstein sau Carnap și uneori chiar lui Wittgenstein și mie. Nu-mi convine însă faptul că unii cred că aș fi împrumutat acest concept, fără să indic acest lucru, din lucrările lui Wittgenstein sau de la orice alt autor. Căci, fiind interesat de istoria ideilor, consider ca deosebit de importantă indicarea surselor utilizate. (Vezi și discuția din paragraful 35, despre distincția dintre *conținutul logic* și *conținutul empiric,* cu referințe la Carnap în notele 1 și 2.)

[8] Am inclus, bineînțeles, și corecturile menționate în „*B.J.P.S.*", *5*, p. 334 și p. 359.

adăugat sînt însemnate cu asterisc. Am adăugat şi două puncte noi *13 şi *14 la sfîrşitul notei a treia.

Gradul de confirmare (1954)

În această notă urmează să propunem şi să explicăm, în termenii probabilităţilor, definiţia *gradului în care un enunţ* x este coroborat printr-un enunţ y. (Este clar că acest grad poate fi considerat identic cu *gradul în care un enunţ* y *coroborează un enunţ* x.) Notez acest grad prin simbolul „$C(x,y)$", care trebuie citit „*gradul de coroborare a lui* x *prin* y". În anumite cazuri, x poate să fie o ipoteză h şi y proba empirică c, care este favorabilă sau nefavorabilă lui h sau neutră faţă de h. Însă $C(x,y)$ este aplicabilă şi la cazurile cele mai puţin tipice.

Definiţia trebuie să facă uz de probabilităţi. Eu voi utiliza atît $P(x,y)$, adică probabilitatea (relativă) a lui x faţă de y, cît şi $P(x)$, adică probabilitatea (absolută) a lui x[1]. Dar una singură dintre aceste două funcţii va fi suficientă.

2. Se presupune adesea că gradul de confirmare a lui x prin y este acelaşi lucru cu probabilitatea (relativă) a lui x faţă de y, că deci $C(x,y)=P(x,y)$. Prima mea sarcină este de a arăta că această concepţie nu este adecvată.

3. Să considerăm două enunţuri sintetice contingente x şi y. Din perspectiva coroborării lui x prin y vor exista două cazuri extreme: x va fi sprijinit sau confirmat perfect prin y, cînd $\bar{x}$ decurge din y şi x este perfect infirmat sau respins prin y, cînd x decurge din y. Un al treilea caz particular important este acela al independenţei reciproce, care este caracterizat prin $P(x,y)=P(x)$ $P(y)$. În acest caz, valoarea lui $C(x,y)$ va fi sub aceea a confirmării perfecte şi peste aceea a respingerii.

În afara acestor trei cazuri (sprijinire deplină, independenţă şi respingere) vor exista şi cazuri intermediare: *cazul sprijinirii parţiale* (cînd din y decurge o parte a conţinutului lui x): dacă, de exemplu, propoziţia noastră sintetică y urmează din x, dar invers nu, atunci y însuşi este o parte din conţinutul lui x şi implică deci o parte din conţinutul lui x, astfel încît îl sprijină pe x; şi cazul *infirmării parţiale* a lui x prin y, cînd y sprijină parţial enunţul $\bar{x}$, deci cînd y decurge din $\bar{x}$. Vom spune deci că y sprijină sau infirmă x ori de cîte ori $P(xy)$ sau $P(\bar{x}y)$ obţin o valoare mai mare decît aceea pe care o au cînd sînt independente. (Pe baza acestei definiţii este uşor de văzut că cele trei cazuri — sprijinire, infirmare, independenţă — epuizează toate posibilităţile şi se exclud reciproc.)

---

[1] „$P(x)$" poate fi definit cu ajutorul probabilităţii relative prin *definiens*-ul „$P(x, \overline{z\bar{z}})$" sau mai simplu prin „$P(x, \overline{x\bar{x}})$". (Voi utiliza pretutindeni „xy" pentru a desemna conjuncţia x şi y şi „$\bar{x}$" pentru a desemna negaţia lui x.) Deoarece avem în general $P(x, y\overline{z\bar{z}})=P(x,y)$ şi $P(x, yz)=P(xy, z)/P(y, z)$ obţinem $P(x, y)=P(xy)/P(y)$, o formulă utilizabilă pentru definirea probabilităţii relative cu ajutorul probabilităţii absolute. (Vezi nota mea din „*Mind*", 1938, 47, p. 275 şi urm., în care identific probabilitatea absolută cu ceea ce eu numeam în 1934 în lucrarea mea *Logik der Forschung* „probabilitate logică", deoarece expresia „probabilitate logică" se potriveşte mai bine pentru „interpretarea logică" a lui $P(x)$ şi $P(x,y)$, contrar „interpretării lor statistice", care poate fi ignorată aici.)

4. Pornim acum de la presupunerea că există trei propoziții x_1, x_2 și y astfel încît (I) atît x_1, cît și x_2 sînt independente de y (sau sînt infirmate de y), în timp ce (II) y sprijină conjuncția x_1x_2. Într-un astfel de caz, putem spune, în mod evident, că x_1x_2 este coroborată într-un grad mai mare prin y, decît x_1 sau x_2 luate separat. Ceea ce se notează astfel:

(4.1) $C(x_1,y) < C(x_1x_2,y) > C(x_2,y)$.

Dar acest lucru este incompatibil cu concepția după care $C(x,y)$ este o probabilitate, respectiv cu

(4.2) $C(x,y) = P(x,y)$,

căci pentru probabilitate avem formula generală

(4.3) $P(x_1,y) \geqslant P(x_1x_2,y) \leqslant P(x_2,y)$,

care, împreună cu (4.1), contrazice formula (4.2). Ar trebui deci să abandonăm formula (4.3). Dar, deoarece $0 \leqslant P(x,y) \leqslant 1$, (4.3) decurge în mod nemijlocit din principiul general al multiplicării probabilităților. Deci ar trebui să renunțăm la un astfel de principiu pentru gradul de coroborare. În plus, se pare că trebuie să renunțăm și la principiul special al adunării. Căci din acest principiu, datorită faptului că $P(x,y) \geqslant 0$, rezultă

(4.4) $P(x_1x_2 \text{ sau } x_1\bar{x}_2,y) \geqslant P(x_1x_2,y)$.

Dar această formulă nu poate să rămînă valabilă pentru $C(x,y)$, căci disjuncția (x_1x_2 sau $x_1\bar{x}_2$) este echivalentă cu x_1, astfel că, prin substituție în partea stîngă a formulei (4.1), obținem:

(4.5) $C(x_1x_2 \text{ sau } x_1x_2,y) < C(x_1x_2,y)$.

Aceasta, împreună cu (4.4) contrazice formula (4.2)[2].

5. Aceste rezultate se bazează pe ipoteza că enunțurile x_1, x_2 și y sînt astfel încît (I) atît x_1, cît și x_2 sînt independente de y (sau sînt infirmate prin y), în timp ce (II) y confirmă conjuncția x_1x_2. Voi ilustra această ipoteză cu un exemplu[3].

Să luăm niște cartonașe colorate, pe care le notăm cu „a", „b"..., care au patru proprietăți ce se exclud reciproc și sînt de probabilitate egală: albastru, verde, roșu și galben. Fie x_1 enunțul „a este albastru sau verde"; x_2 = „a este

---

[2] Carnap, în lucrarea *Logical Foundations of Probability*, Chicago, 1950, p. 285, utilizează principiul multiplicării și al adunării drept „*convenții de adecvare*" *pentru gradul de coroborare*. Singurul argument pe care îl invocă este că „aceste principii sînt general admise în practica oricărei teorii moderne a probabilității$_1$, adică formula noastră $P(x, y)$, pe care Carnap o identifică cu gradul de coroborare, este acceptată în toate teoriile. Dar termenul „grad de coroborare" a fost introdus de mine în paragraful 82 și urm. din *Logik der Forschung* (la care se referă ocazional Carnap), pentru a arăta că nici probabilitatea logică și nici cea statistică *nu sînt adecvate* ca grad de confirmare, căci coroborabilitatea trebuie să crească odată cu testabilitatea și deci cu improbabilitatea logică absolută și cu conținutul. (Vezi mai jos.)

[3] Exemplul satisface condiția (I) pentru cazul *independenței*, dar nu pentru cazul *infirmării*. (Ca să avem un exemplu pentru infirmare, adăugăm portocaliul ca a cincea culoare și stabilim că y = „a este portocaliu sau albastru sau galben".)

albastru sau roșu"; y = „a este albastru sau galben". Atunci sînt satisfăcute toate condițiile noastre. (Este evident că x_1x_2 este confirmată prin y: y decurge din x_1x_2 și dublează valoarea probabilității lui x_1x_2 față de valoarea pe care ar avea-o fără y.)

6. Dar putem să construim un exemplu și mai frapant pentru inexactitatea identificării lui $C(x,y)$ cu $P(x,y)$. Îl alegem pe x_1, astfel încît să fie puternic coroborat prin y, și pe x_2, astfel încît să fie puternic infirmat prin y. Trebuie să pretindem că $c(x_1,y) > C(x_2,y)$. Însă x_1 și x_2 pot fi astfel aleși încît $P(x_1,y) < P(x_2,y)$. Exemplul este următorul: fie x_1 = „a este albastru"; x_2 = „a nu este roșu", și y = „a nu este galben". Atunci este valabil: $P(x_1) = 1/4$; $P(x_2) = 3/4$ și $1/3 = P(x_1,y) < P(x_2,y) = 2/3$. Faptul că y coroborează enunțul x_1 și infirmă enunțul x_2 reiese în mod evident din aceste cifre și din faptul că y decurge atît din x_1, cît și din $\bar{x}_2$*1.

7. De ce sînt identificate cu atîta persistență $C(x,y)$ și $P(x,y)$? De ce nu se înțelege că este absurd să spun că o anumită probă empirică y, de care x este cu totul independentă, ar putea totuși să îl „confirme" puternic pe x? și că y ar putea să-l „confirme" puternic pe x, chiar dacă y infirmă enunțul x? și aceasta chiar dacă y constituie totalitatea dovezilor de care dispunem. Nu cunosc nici un răspuns potrivit la aceste întrebări, dar pot să fac unele sugestii. În primul rînd, există o tendință puternică de a considera că tot ceea ce poate fi numit „verosimilitate" sau „probabilitate" a unei ipoteze trebuie să fie o probabilitate în sensul calculului probabilităților. Pentru a separa diferitele probleme care au apărut aici, am introdus în urmă cu douăzeci de ani distincția între „gradul de coroborare" și probabilitatea logică și statistică. Dar, din păcate, expresia (în engleză „*degree of confirmation*") a fost utilizată curînd de alți autori ca nume nou pentru probabilitatea (logică), probabil sub influența concepției eronate, după care știința, incapabilă să atingă certitudinea, trebuie să năzuiască spre un fel de „*Ersatz*", respectiv spre gradul cel mai înalt de probabilitate care poate fi atins.

O altă posibilitate este următoarea. Se pare că expresia „gradul de coroborare a lui x prin y" nu a fost interpretată niciodată ca „gradul în care y îl confirmă (*bestätigt*) pe x" sau „capacitatea lui y de a sprijini enunțul x". Și totuși din această formulare reiese clar că, în cazul în care y sprijină enunțul x_1 și infirmă enunțul x_2, $C(x_1,y) < C(x_2,y)$ ar fi absurd, cu toate că $P(x_1,y) < P(x_2,y)$ poate să fie cu totul în ordine și chiar să indice, într-un astfel de caz, că am pornit de la $P(x_1) < P(x_2)$. În plus, se pare că există tendința de a confunda măsura *de* creștere sau descreștere cu măsura *care* crește sau descrește (așa cum reiese din istoria conceptelor de viteză, accelerație și forță). Însă, capacitatea enunțului y de a sprijini enunțul x este, cum vom vedea, în mod esențial *o măsură a creșterii sau descreșterii probabilității lui* x pe baza lui y și deci nu este o măsură a probabilității (vezi și 9 (VII) de mai jos).

8. Ca replică, se poate spune că, în orice caz, este legitim să acordăm lui $P(x,y)$ un nume oarecare, deci și numele „grad de coroborare". Dar problema care ne interesează *nu este o problemă verbală*.

---

*1 Acest fapt, deci $p(y, x_1) = p(y, \bar{x}_2) = 1$, denotă că „verosimilitatea relativă" (*Fisher's „likelihood"*) a lui x_1 și deci a lui $\bar{x}_2$ este maximală pe baza lui y. Cf. introducerea la această anexă, în care se vorbește pe larg despre acest lucru.

Gradul de coroborare, pe care il obține o ipoteză x pe baza unei probe empirice, trebuie utilizat la evaluarea gradului în care *x se bazează pe experiență*. Dar $P(x,y)$ nu poate să îndeplinească acest rol, căci $P(x_1,y)$ trebuie să-i fie superior lui $P(x_2,y)$, chiar dacă x_1 este infirmat prin y și x_2 este sprijinit prin y, și fiindcă această situație se datorează faptului că $P(x,y)$ depinde în mod strict de $P(x)$, deci depinde de probabilitatea absolută a lui x, care nu are deloc de-a face cu proba empirică.

În plus, gradul de coroborare ar trebui să influențeze modul în care decidem dacă *acceptăm* sau *alegem* o anumită ipoteză x, chiar dacă facem acest lucru numai cu titlu de încercare. Un grad înalt de coroborare ar trebui să indice că ipoteza este „bună" sau „acceptabilă", după cum o ipoteză infirmată ar trebui considerată ca „rea". Însă $P(x,y)$ nu ne poate ajuta în acest caz. *Obiectivul principal al științei nu îl constituie obținerea unei probabilități elevate. Ea tinde spre un conținut informativ superior, care să fie bine fundamentat pe experiență. Dar o ipoteză poate să fie foarte probabilă, pur și simplu pentru faptul că ea nu ne spune nimic sau ne spune prea puțin despre lucruri.* Deci nu este neapărat de dorit un grad înalt de probabilitate, — el poate să nu fie altceva decît indiciul unui conținut informativ scăzut. Dimpotrivă, $C(x,y)$ poate și trebuie să fie astfel definit încît numai ipotezele cu un înalt conținut informativ să poată obține un grad înalt de coroborare. Coroborabilitatea lui x (adică cel mai înalt grad de confirmare pe care îl poate obține un enunț x) trebuie să crească împreună cu $C(x)$, respectiv cu măsura conținutului lui x, care este egal cu $P(\bar{x})$, și deci cu *gradul de testabilitate* a lui x. În felul acesta, $C(\overline{x\bar{x}},y)$ va fi egal cu zero, în timp ce $P(\overline{x\bar{x}},y)$ va fi egal cu 1.

9. O definiție a lui $C(x,y)$, care să satisfacă toate aceste *desiderata* și altele (semnalate în lucrarea mea *Logik der Forschung*), și unele chiar mai severe, poate fi fundată pe $E(x,y)$, deci pe o măsură neaditivă a *puterii explicative a lui x față de y*. Această măsură este cuprinsă între -1 și $+1$, ca limită inferioară și respectiv superioară. Definiția va decurge în felul următor:

(9.1) Fie x un enunț necontradictoriu[4] și $P(y)\neq 0$; atunci definim:

$$\mathrm{E}(x,y)=\frac{P(y,x)-P(y)}{P(y,x)+P(y)}.$$

$E(x,y)$ poate fi interpretat și ca măsură neaditivă a dependenței lui y de enunțul x sau ca măsură neaditivă a sprijinirii lui y prin x (și invers). Definiția satisface cele mai importante *desiderata*, dar nu pe toate: ea lezează de exemplu (VIII,c) de mai jos și satisface (III) și (IV) numai aproximativ în cazuri speciale. Pentru a remedia aceste lipsuri, propun următoarea definiție a lui $C(x,y)$[*2]

---

[4] Această condiție poate fi omisă, dacă admitem convenția generală că $P(x, y)=1$ ori de cîte ori y este contradictoriu.

[*2] Dau aici o altă definiție ceva mai simplă, care satisface de asemenea toate condițiile mele de adecvare (*desiderata*). Am formulat-o pentru prima dată în „*B.J.P.S.*", *5*, 1955, p. 334.

(9.2*) $$C(x, y)=\frac{P(y, x)-P(y)}{P(y, x)-P(xy)+P(y)}$$

(9.2) Fie x un enunț necontradictoriu și $P(y) \neq 0$, atunci definim:

$$C(x,y) = E(x,y)(1 + P(x)P(x,y)).$$

Această definiție este mai puțin simplă decît, de exemplu, $E(x,y)(1 + P(x,y))$, care satisface cele mai multe *desiderata*, dar lezează (IV), în timp ce pentru $C(x,y)$, așa cum a fost definit în (9.2), este valabilă teorema că satisface toate următoarele *desiderata*:

(I) $C(x,y) \gtreqless 0$ dacă și numai dacă y sprijină enunțul x, este independent de x sau infirmă x.

(II) $-1 = C(\bar{y},y) \leqslant C(x,y) \leqslant C(x,x) \leqslant 1$.

(III) $0 \leqslant C(x,x) = Ct(x) = P(\bar{x}) \leqslant 1$.

Notez că $Ct(x)$ și deci $C(x,x)$ este o măsură aditivă a conținutului lui x, definibilă prin $P(\bar{x})$, adică prin probabilitatea absolută că x este falsă, sau prin verosimilitatea apriorică a *respingerii* lui x. Prin urmare, coroborabilitatea este egală cu *posibilitatea respingerii* sau *testabilitatea*[5].

(IV) Dacă y implică logic x, atunci $C(x,y) = C(x,x) = Ct(x)$.

(V) Dacă y implică logic $\bar{x}$, atunci $C(x,y) = C(\bar{y},y) = -1$.

(VI) Dacă x are un conținut mai bogat — astfel incît $C(x,y)$ se apropie de $E(x,y)$ — și y sprijină x (putem admite, de exemplu, că y este totalitatea probelor empirice disponibile), *atunci, pentru orice y dat, valoarea $C(x,y)$ crește odată cu capacitatea lui x de a-l explica pe y* (adică de a explica tot mai mult din conținutul propoziției y) și deci cu *relevanța științifică* a lui x.

(VII) Dacă $Ct(x) = Ct(y) \neq 1$, atunci $C(x,u) \gtreqless C(y,w)$ ori de cîte ori $P(x,u) \gtreqless P(y,w)$*3.

(VIII) Dacă x implică logic y, atunci: (a) $C(x,y) \geqslant 0$; (b) pentru fiecare x oarecare dat, $C(x,y)$ și $Ct(y)$ cresc în același timp; și (c) pentru fiecare y dat, $C(x,y)$ și $P(x)$ cresc în același timp[6].

(IX) Dacă $\bar{x}$ este necontradictoriu și implică logic y, atunci (a) $C(x,y) \leqslant 0$; (b) pentru fiecare x oarecare dat $C(x,y)$ și $P(y)$ cresc în același timp; și (c) pentru fiecare y oarecare dat $C(x,y)$ și $P(x)$ cresc în același timp.

În mod asemănător formulez definiția relativizată a gradului de coroborare (vezi mai jos 10.1*).

(10.1*) $$C(x, y, z) = \frac{P(y, xz) - P(y, z)}{P(y, xz) - P(xy, z) + P(y, z)}$$

[5] Vezi paragraful 83 al lucrării mele *Logik der Forschung*, intitulat „Coroborabilitate, testabilitate, probabilitate logică" („logic" corespunde cu „absolut" din terminologia lucrării mele publicată în „*Mind*", *loc. cit.*).

*3 Condiția „$\neq 1$" nu apare nici în textul original, nici în corecturile publicate.

[6] (VII) și (VIII) conțin singurele *desiderata* importante, pe care le satisface $P(x, y)$.

10. Toate tezele noastre, fără excepţie, pot fi relativizate, ţinînd seama de o informaţie prealabilă z, dacă adăugăm la locul potrivit expresii cum ar fi „în prezenţa lui z şi admiţînd $P(z,\overline{zz})\neq 0$". Definiţia relativizată a gradului de confirmare va fi:

$$(10.1)\qquad C(x,y,z)=E(x,y,z)(1+P(x,z)P(x,yz)),$$

cu adaosul

$$(10.2)\qquad E(x,y,z)=\frac{P(y,xz)-P(y,z)}{P(y,xz)+P(y,z)}$$

$E(x,y,z)$ este capacitatea explicativă a lui x faţă de y în prezenţa lui z[7].

11. Cred că există unele *desiderata* intuitive care nu pot fi satisfăcute de nici o definiţie formală. De exemplu, o teorie este cu atît mai bine coroborată cu cît au fost mai ingenioase încercările noastre nereuşite de a o respinge. Definiţia mea conţine ceva din această idee — bineînţeles că nu atît de mult pe cît ar putea fi formalizat. Însă nu putem formaliza complet ideea unei încercări de respingere serioasă şi ingenioasă[8].

Consider că metoda particulară care a fost aplicată aici pentru definiţia lui $C(x,y)$ nu este esenţială. Importante sînt însă acele *desiderata* şi *faptul că ele pot fi satisfăcute în acelaşi timp.*

---

[7] Fie x_1 teoria einsteiniană a gravitaţiei, x_2 teoria lui Newton, y probele empirice (interpretate) de care dispunem astăzi, inclusiv legile „acceptate" (indiferent dacă nici una, una sau ambele teorii amintite sînt incluse, presupunînd că sînt îndeplinite condiţiile noastre pentru y); şi fie z o parte a lui y, de exemplu, o alegere din probele empirice disponibile pe un an. Fiindcă putem presupune că x_1 explică din y mai mult decît x_2, obţinem $C(x_1, y, z)\geqslant$ $\geqslant C(x_2, y, z)$ pentru fiecare z şi $C(x_1, y, z) > C(x_2, y, z)$ pentru fiecare z ce cuprinde anumite condiţii iniţiale relevante (*experimenta crucis*). Acest lucru urmează din (VI) — *chiar dacă presupunem* că $P(x_1, yz)=P(x_2, yz)=P(x_1)=P(x_2)=0$.

[8] Această idee poate fi precizată în mai multe feluri. Putem, de exemplu, să scoatem în evidenţă valoarea experimentelor cruciale definind:

$$C_{a,b}(h)=(C(h, e_b)\prod_{i=1}^{n} C(h, c_i, e_a))^{1/(n+1)}$$

în care c_1c_2... reprezintă suita de experienţe efectuate între momentele t_a şi t_b. Avem $t_a<t_1$; $\leqslant t_n=t_b$; e_a şi e_b reprezintă totalitatea probelor empirice (care poate să includă legi) acceptată în momentele t_a şi t_b. Postulăm $P(c_i, e_b)=1$ şi (pentru a garanta că vor fi numărate numai experimente noi) $P(c_i, e_a)\neq 1$ şi $P(c_i Uc_i)\neq 1$, ori de cîte ori $j<i$. (Ucj reprezintă generalizarea spaţio-temporală a lui Cj.)

* Astăzi aş trata altfel această problemă. Putem foarte simplu să distingem între formula „$C(x, y)$" sau „$C(x, y, z)$" şi *aplicaţiile* acestei formule la ceea ce înţelegem intuitiv prin coroborare sau acceptabilitate. Este suficient atunci să spunem că $C(x, y)$ nu poate fi interpretat ca grad de coroborare şi nu poate fi aplicat la problema acceptabilităţii, atîta timp cît y nu reprezintă toate rezultatele încercărilor noastre serioase de a-l respinge pe x. Vezi şi punctul *14 din a treia notă de mai jos.

Am pus „toate" în paranteză, căci poate fi luată în consideraţie şi o altă posibilitate: putem să ne limităm testările la un domeniu determinat de aplicare F (cf. vechea anexă I şi anexa *VIII); în felul acesta, putem să-l relativizăm pe C şi să scriem $C_F(x, y)$. Coroborarea totală a unei teorii poate fi concepută atunci, pur şi simplu, ca suma coroborărilor ei în diferite domenii de aplicabilitate (independente).

A doua notă despre gradul de confirmare (1957)

1. Profesorul J. G. Kemeny[1] (în legătură cu definiția dată de mine *conținutului*) și, independent de el, Dr. C. L. Hamblin[2] au sugerat că conținutul, desemnat prin $Ct(x)$, a lui x, ar trebui măsurat prin $-\log_2 P(x)$, în loc de $1-P(x)$, cum am propus eu inițial. (Utilizez aici simbolismul meu.) Dacă se admite această sugestie, atunci acele *desiderata*[3] pentru $C(x,y)$, referitoare la gradul de coroborare a lui x prin y, trebuie modificate: în (II) și în (IV) trebuie să înlocuim pe ± 1 cu $\pm\infty$, iar (III) va deveni

(III) $$0 \leqslant C(x,xy) = C(x,x) = Ct(x) = -\log_2 P(x) \leqslant +\infty$$

Celelalte *desiderata* rămîn neschimbate.

Dr. Hamblin propune[4] ca gradul de confirmare să fie definit prin

(1) $$C(x,y) = \log_2(P(xy)/P(x)P(y)),$$

ceea ce, pentru sistemele finite, dar nu neapărat și pentru cele infinite, este identic cu

(2) $$C(x,y) = \log_2(P(y,x)/P(y)).$$

Formula (2) are avantajul că rămîne determinată chiar dacă $P(x)=0$, cum este cazul cînd x este o teorie generală. Formula relativizată corespunzătoare ar fi

(3) $$C(k,y,z) = \log_2(P(y,xz)/P(y,z)).$$

Definiția (1) nu satisface totuși *desideratum*-ul VIII (c), cum remarcă Dr. Hamblin, și același lucru este valabil și despre (2) și (3). Dar nici *desiderata* IX (b) și (c) nu sînt satisfăcute.

Dar *desideratum*-ul VIII (c) marchează, după părerea mea, diferența dintre măsura puterii explicative și măsura coroborării. Prima poate fi simetrică în raport cu x și y, a doua nu. Căci dacă presupunem că y decurge din x (și susține x) și a nu este coroborat prin y, atunci nu pare satisfăcătoare afirmația că ax este coroborat întotdeauna prin y întocmai ca și x singur. (Dar nu se înțelege de ce ax și x nu ar trebui să aibă aceeași putere explicativă față de y, din moment ce y este explicat complet atît prin ax, cît și prin x.) De aceea sînt de părere că VIII (c) nu trebuie abandonat.

În consecință, prefer să consider definițiile (2) și (3) ca fiind cele mai adecvate pentru *capacitatea explicativă*, deci pentru $E(x,y)$ și $E(x,y,z)$, și nu ca definiții ale gradului de coroborare. Acesta poate fi definit, cu ajutorul

---

[1] JOHN G. KEMENY, „*Journal of Symbolic Logic*", 1953, *18*, p. 297. (Kemeny se referă la lucrarea mea *Logik der Forschung*.) *Vezi mai sus, p. 368, nota, și p. 375.

[2] C. L. HAMBLIN, *Language and the theory of Information*, disertație (nepublicată) susținută la Universitatea din Londra în mai 1955; vezi p. 62. Dr. Hamblin a dat definiția independent de lucrarea profesorului Kemeny (la care se referă în disertație).

[3] *Degree of Confirmation*, în „*B.J.P.S.*", 1954, *5*, p. 143 și urm., vezi și p. 334.

[4] C. L. HAMBLIN, *op. cit.*, p. 83. O sugestie asemănătoare (fără 2 ca bază a logaritmului) face Dr. I. J. Good în recenzia la lucrarea mea *Degree of Confirmation*, cf. „*Mathematical Review*", 1955, *16*, p. 376.

capacităţii explicative, în mai multe moduri diferite care permit satisfacerea lui VIII (c). Unul dintre acestea este următorul (cred totuşi că poate fi găsit unul mai bun):

(4) $$C(x,y)=E(x,y)/((1+nP(x))P(\bar{x},y)),$$

(5) $$C(x,y,z)=E(x,y,z)/((1+nP(x,z)P(\bar{x},yz)).$$

În acest caz, n poate fi ales liber, presupunînd că $n \geqslant 1$. Şi dacă vrem ca VIII (c) să aibă un efect remarcabil, putem să alegem pentru n un număr mare.

Dacă x este o teorie generală cu $P(x)=0$ şi y este o probă empirică, atunci dispare diferenţa dintre E şi C, ca în definiţiile pe care le-am dat iniţial, în conformitate cu *desideratum* (VI). Ea dispare şi dacă x decurge din y. În felul acesta, rămîn totuşi cel puţin unele avantaje care îndreptăţesc utilizarea măsurării logaritmice. După cum explică Hamblin, între conceptul definit prin (1) şi conceptul de bază al teoriei informaţiei se face vădită o înrudire apropiată. Acest lucru este comentat şi de Good (vezi nota 4).

Trecerea de la vechea la noua definiţie păstrează ordinea. (Acest lucru este valabil şi pentru capacitatea explicativă, cum reiese din observaţiile lui Hamblin.) Prin urmare, diferenţa este pur metrică.

2. Definiţiile capacităţii explicative şi chiar ale gradului de coroborare (de confirmare sau acceptabilitate, sau cum vrem să-l numim) se sprijină în mod normal întru totul pe „greutatea probei empirice“ (sau „greutatea unui argument“, cum a numit-o Keynes în capitolul VI al lucrării sale)*1. Acest lucru apare clar în noile definiţii care se bazează pe sugestia lui Hamblin. Ele par să ofere avantaje considerabile, în măsura în care sîntem interesaţi de probleme metrice.

3. Trebuie să ne fie totuşi clar că metrica lui C depinde întru totul de metrica lui P. *Dar nu poate fi dată nici o metrică satisfăcătoare a lui P, adică nu poate fi dată nici o metrică a probabilităţii logice, care să se bazeze pe consideraţii pur logice.* Pentru a dovedi acest lucru, considerăm probabilitatea logică a unei proprietăţi fizice măsurabile, oricare ar fi ea (variabilă aleatorie nondiscretă), cum ar fi lungimea, ca să alegem cel mai simplu exemplu. Facem presupunerea (favorabilă adversarilor noştri) că ne sînt date, pentru valorile acestei proprietăţi, limitele inferioare şi limitele superioare finite necesare din punct de vedere logic, respectiv l şi u. Presupunem în continuare că avem o funcţie de distribuţie pentru probabilitatea logică a acestei proprietăţi, de exemplu, o funcţie de *echi*distribuţie generalizată între l şi u. În acest caz, este posibil să descoperim că o modificare empirică dorită a teoriilor noastre ne conduce la o corecţie non-liniară a *măsurii* pentru proprietatea fizică aleasă (care se bazează, de exemplu, pe metrul invariabil de la Paris). Atunci trebuie corectată de asemenea şi „probabilitatea logică“, ceea ce dovedeşte că metrica ei depinde de cunoştinţele noastre empirice şi nu poate fi definită *a priori*, pur logic. Cu alte cuvinte, metrica „probabilităţii logice“ a unei proprietăţi măsurabile va depinde de însăşi metrica proprietăţii măsurabile. Şi, fiindcă

*1 Vezi nota a treia de mai jos.

această metrică poate fi corectată pe baza teoriilor empirice, nu poate fi dată nici o măsură pur „logică" a probabilității.

Aceste dificultăți pot fi evitate, deși nu întru totul, prin utilizarea „cunoașterii noastre fundamentale", respectiv z. În orice caz, ea demonstrează însemnătatea unei baze topologice (deci non-metrice) a încercării de soluționare a problemei gradului de coroborare cît și a problemei probabilității logice*[2].

Însă, chiar dacă am neglija toate considerațiile metrice, tot am fi nevoiți, după părerea mea, să admitem conceptul de probabilitate, așa cum este definit implicit în sistemele axiomatice curente ale probabilității. Acestea își păstrează întreaga semnificație, așa cum își păstrează semnificația și geometria metrică pură, chiar dacă nu sîntem în stare să definim o *unitate de măsură* cu ajutorul geometriei pure (metrice). Acest lucru este deosebit de important avînd în vedere necesitatea de a identifica *independența logică cu independența probabilistică* (teorema specială de multiplicare). Dacă adoptăm un limbaj comun cu Kemeny (care însă nu este potrivit pentru proprietățile continue) sau un limbaj cu propoziții *relativ-atomare* (cum apare anexa I din *Logik der Forschung*), atunci trebuie să postulăm independența propozițiilor atomare sau relativ atomare (firește că numai în măsura în care ele nu sînt „dependente logic" în sensul lui Kemeny). *Urmează deci că, în cadrul unei teorii probabilistice a inducției*, dacă identificăm independența logică cu independența probabilistică (în modul descris aici), atunci *nu mai putem învăța; dar putem învăța foarte bine*, adică ne putem corobora teoriile pe baza funcțiilor *C*, definite de mine.

În acest context, mai menționez două puncte.

4. Primul punct este următorul. Pe baza sistemelor mele axiomatice pentru probabilitatea relativă[5], $P(x,y)$ poate fi considerat ca definit pentru orice valoare a lui x și y, inclusiv valorile pentru care $P(y)=0$. În special, în interpretarea logică a sistemului, ori de cîte ori x decurge din y, $P(x,y)=1$, chiar dacă $P(y)=0$. Definiția mea este deci în mod cert aplicabilă în limbaje care conțin atît enunțuri singulare, cît și legi universale, chiar dacă toate aceste legi au probabilitatea zero, cum este de exemplu cazul în care utilizăm funcția de măsură m a lui Kemeny, postulînd $P(x)=m(x)$. (În cazul definițiilor noastre pentru E și C nu este de loc necesar să renunțăm la atribuirea de pondere egală „modelelor"; cf. Kemeny, *op. cit.*, p. 307. Dimpotrivă, orice renunțare de acest fel trebuie să fie considerată ca renunțare la interpretarea *logică*, căci ea ar viola egalitatea, cerută de punctul 3 de mai sus, dintre independența logică și independența probabilistică.)

---

*[2] Astăzi cred că am depășit aceste dificultăți, în măsura în care este vorba de un sistem S (în accepția din anexa *IV), ale cărui elemente sînt *enunțuri probabilistice*, adică întrucît este vorba de metrica logică a *probabilității enunțurilor de probabilitate*, cu alte cuvinte, de metrica logică a *probabilităților secundare*. Metoda de soluționare este expusă în a treia notă, punctul 7 și urm., vezi în special punctul *13, Adaos, 1968.)

În privința proprietăților primare, cred că dificultățile descrise în text nu sînt deloc exagerate. (Se înțelege că z ne poate folosi, dacă se enunță sau se admite că avem de-a face într-un anumit caz cu o mulțime finită de probabilități simetrice sau egale.)

[5] „*B.J.P.S.*", *6*, p. 56 și urm. (vezi și p. 176 și 351). Versiuni simplificate se găsesc în *British Philosophy in the Mid-Century* (edit. de C. A. Mace), p. 191, și în *Logik der Forschung*, anexa *IV.

5. Al doilea punct este următorul. Printre *desiderata* derivabile, cea care urmează nu este satisfăcută de toate definiţiile lui „x este coroborat prin y", propusă de alţi autori. Ceea ce ar putea fi deci menţionat, în mod separat, ca al zecelea *desideratum*[6].

(X) Dacă x este coroborat prin y sau confirmat sau sprijinit, astfel încît $C(x,y)>0$, atunci (*a*)x este întotdeauna infirmată prin y, adică $C(x,y)<0$, şi (*b*)x este întotdeauna infirmată prin y, adică $C(x,\bar{y})<0$.

Pentru mine este clar că acest *desideratum* este o condiţie de adecvare indispensabilă şi că orice definiţie propusă, care n-o satisface, este în mod intuitiv paradoxală.

A treia notă despre gradul de coroborare sau confirmare (*1958*)

În lucrarea de faţă vreau să fac o serie de observaţii în legătură cu *greutatea probelor empirice* şi cu *testările statistice*.

1. Teoria confirmării, pe care am expus-o în cele două note despre „gradul de confirmare"[1], rezolvă uşor aşa-numita *problemă a greutăţii probelor empirice*.

Primul care a abordat această problemă a fost Peirce, iar Keynes a discutat-o chiar în amănunt. El vorbea în mod frecvent de „greutatea unui argument" („*weight of an argument*") sau despre „mulţimea probelor empirice" („*amount of evidence*"). Expresia „*weight of evidence*" am preluat-o de la J. M. Keynes şi I. J. Good[2].

Consideraţiile asupra „greutăţii probelor empirice" duc, în cadrul teoriei subiective a probabilităţii, la paradoxe, care, după opinia mea, nu pot fi soluţionate cu mijloacele acestei teorii.

2. Prin teoria subiectivă a probabilităţii sau *interpretarea subiectivă* a calculului probabilităţilor înţeleg o teorie care interpretează probabilitatea ca măsură a ignoranţei noastre sau a cunoaşterii noastre parţiale, sau chiar ca măsură a gradului de raţionalitate a opiniilor noastre, pe baza probelor empirice de care dispunem.

(Pot să menţionez în paranteză că expresia curentă „grad al opiniei raţionale" poate fi considerată ca semnul unei anumite confuzii, căci, în realitate, prin ea se înţelege „gradul de raţionalitate al unei opinii". Confuzia se naşte în felul următor. Se explică mai întîi probabilitatea ca măsură a forţei sau

---

[6] Cf. observaţia din „*B.J.P.S.*", 1954, *5*, sfîrşitul primului alineat de la p. 144*. Acesta corespunde primului alineat de la p. 376 de mai sus.

[1] „*B.J.P.S.*", 1964, *5*, p. 143, 324 şi 359 şi 1957, *7*, p. 350. Vezi şi 1955, *6* şi 1956, *7*, p. 244, 249. La primul paragraf al celei de a doua note trebuie adăugată o lucrare a lui Carnap şi Y. Bar-Hillel (*Semantic Information*, „*B.J.P.S.*", 1953, *4*, p. 147 şi urm.). În plus, la prima frază de la nota 1, p. 351 trebuie citit „*Op. cit.*, p. 83". Este vorba de o trimitere la o teză din disertaţia Dr. Hamblin. (Această corectură a fost făcută deja în versiunea tipărită în această carte.)

[2] Cf. C. S. PEIRCE, *Collected Papyers*, 1932, vol. 2, p. 421 (lucrare apărută pentru prima dată în 1876); J. M. KEYNES, *A. Treatise on Probability*, 1921, p. 71–78 (vezi şi p. 312 şi urm., „*the amount of evidence*" şi *Index*); I. J. GOOD, *Probability and the Weight of Evidence*, 1950, p. 62 şi urm. Vezi şi C. I. LEWIS, *An Analysis of Knowledge and Valuation*, 1946, p. 292 şi urm.; R. CARNAP, *Logical Foundations of Probability*, 1950, p. 554 şi urm.

intensităţii unei opinii sau a unei convingeri — măsurabilă, să zicem, prin disponibilitatea noastră de a face un pariu cu privire la adevărul convingerilor noastre chiar dacă miza este foarte inegală. Dar este uşor de văzut că intensitatea convingerii noastre depinde în fapt adesea mai mult de dorinţele sau de temerile noastre, decît de argumente raţionale. Şi atunci, printr-o uşoară modificare, probabilitatea este interpretată ca intensitate sau grad al opiniei, *în măsura în care este justificabilă raţional*. În acest stadiu, referinţa la intensitatea sau la gradul opiniei se dovedeşte totuşi redundantă şi, din această cauză, este necesară înlocuirea expresiei „grad al opiniei" prin „grad de raţionalitate al opiniei". Din această observaţie nu se poate conchide însă că aş fi dispus să accept vreo formă de interpretare subiectivă; cf. punctul 12 de mai jos, ca şi capitolul *II din *Postscriptum*-ul meu: *After Twenty-Years*.)

3. Pentru a economisi spaţiul, voi explica problema greutăţii probei empirice oferind numai un exemplu pentru paradoxele amintite mai sus. Acest exemplu poate fi numit *„paradoxul probei empirice ideale"*.

Fie z o anumită monedă şi a enunţul: „a n-a aruncare (neobservată încă) va fi stemă". În cadrul teoriei subiective se poate admite că probabilitatea absolută (apriorică) a propoziţiei a este egală cu 1/2, adică

(1) $$P(a)=1/2.$$

Să presupunem acum că e este o anumită probă empirică statistică, adică o *relatare statistică*, care se bazează pe observarea a o mie sau chiar a unui milion de aruncări ale monedei z, şi că această probă empirică e este în *mod ideal favorabilă* ipotezei că z este strict simetrică, că este o monedă „bună", cu distribuţia egală. (Notăm că e nu este aici o relatare completă, detaliată asupra rezultatului fiecărei aruncări — putem presupune că această relatare a fost pierdută —, ci doar un *extras statistic* din relatarea completă. De exemplu, e poate fi enunţul: „Într-un milion de aruncări observate cu z au fost înregistrate 500 000$\pm$20 de apariţii ale stemei". Punctul 8 de mai jos va arăta că proba empirică e' cu 500 000$\pm$1 350 de cazuri este încă ideală, dacă sînt adoptate funcţiile mele C şi E; din perspectiva acestor funcţii, e este ideal, deoarece implică e'.) Deci obţinem pentru $P(a,e)$, ca şi pentru $P(a)$:

(2) $$P(a,e)=1/2.$$

Dar aceasta înseamnă că probabilitatea unei aruncări a stemei rămîne neschimbată pe baza probei empirice e. Căci avem acum

(3) $$P(a)=P(a,e)$$

Dar, *conform teoriei subiective*, această formulă semnifică faptul că informaţia e, considerată în întregime, este (absolut) *irelevantă* faţă de a.

Însă acest lucru este puţin surprinzător, căci, explicit formulat, el înseamnă că aşa-numitul *„grad al opiniei raţionale" a ipotezei a nu este afectat* în genere de cunoştinţele empirice acumulate, e, deci faptul că absenţa datelor statistice despre z justifică acelaşi „grad al opiniei raţionale" ca şi greutatea probei empirice reprezentată de un milion de observaţii, care întăreau sau confirmau la prima vedere opinia noastră.

4. Din motive pe care le voi expune în continuare, cred că acest paradox nu poate fi soluţionat în cadrul teoriei subiective.

Postulatul fundamental al teoriei subiective este că gradele de raționalitate ale opiniei manifestă, pe baza probelor empirice, *o ordine liniară*, că ele pot fi măsurate pe o scară unidimensională, ca și gradele de temperatură. Dar, de la Peirce la Good, toate încercările de a soluționa problema greutății probei empirice în cadrul teoriei subiective constau în adăugarea la probabilitate *a unei alte măsuri a raționalității opiniei pe baza probelor empirice.* Faptul că această nouă măsură este numită „o altă dimensiune a probabilității" sau „grad de încredere în lumina probei empirice" sau „greutate a probei empirice" este ceva secundar. Esențială este doar admiterea indirectă a imposibilității de a atribui o ordine liniară gradului de raționalitate a opiniei pe baza probelor empirice. Rezultă că *proba empirică poate influența în mai multe feluri raționalitatea unei opinii.* Admiterea acestui fapt este suficientă pentru a infirma postulatul fundamental al teoriei subiective.

Credința naivă că există realmente specii de entități esențial diferite, dintre care unele s-ar numi probabil „grad al raționalității opiniei" și altele „grad al încrederii" sau „greutate a probei empirice", nu poate salva teoria subiectivă în mai mare măsură decît credința la fel de naivă că aceste diferite „*explicanda*" sînt „explicitate" prin măsuri diferite; căci teza că aici ar exista un *explicandum* — de exemplu, „gradul opiniei raționale" — care ar deveni „explicabil" prin probabilitate, stă sau cade odată cu cerința pe care am numit-o „postulat fundamental".

5. Toate aceste dificultăți dispar îndată ce interpretăm *obiectiv* probabilitățile. (În cadrul lucrării de față nu are importanță dacă interpretarea obiectivă este o interpretare *pur* statistică sau este o interpretare a probabilității ca măsură a tendinței de realizare[3].) Conform interpretării obiective, trebuie să introducem *b*, descrierea condițiilor experimentului (a condițiilor care definesc succesiunea experimentelor din care extragem exemplul); *b* poate fi, de exemplu, informația: „aruncarea respectivă va fi o aruncare cu moneda *z*, al cărei caracter întîmplător se realizează prin învîrtirea monedei". În plus, trebuie să introducem ipoteza probabilistă *obiectivă h*, respectiv ipoteza „$P(a,b)=1/2$"[4].

Din punct de vedere al teoriei obiective, ceea ce interesează în mod special este tocmai această ipoteză *h*, adică enunțul „$P(a,b)=1/2$".

6. Dacă luăm în considerație numai evidența statistică ideal favorabilă *e*, care ne conduce la „paradoxul probei empirice ideale", atunci devine clar că proba empirică *e* se referă la ipoteza *h*, și nu la *a*. Ea este ideal favorabilă pentru *h* și cu totul neutră față de *a*. Dacă se admite că diversele aruncări sînt *independente* sau *întîmplătoare*, atunci se ajunge în teoria obiectivă la concluzia că *pentru fiecare* probă empirică statistică *e* are loc în mod natural $P(a,be)=P(a,b)$. Deci *e* este într-adevăr irelevant pentru *a*, în prezența lui *b*.

---

[3] Pentru interpretarea probabilității ca „măsură a tendinței de realizare", vezi lucrările mele, *Three Views Concerning Human Knowledge, Philosophy of Science: A. Personal Report* și *The Propensity Interpretation of Probability and the Quantum Theory*, apărute succesiv în *Contemporary British Philosophy*, editată de H. D. Lewis, în *British Philosophy in the Mid-Century*, editată de C. A. Mace și în *Proceedings of the Ninth Symposium of the Colston Research Society*, 1957 (the Colston Papers, 9), editată de S. Korner. *Vezi și *Adaos* la p. 425.

[4] Notăm că *b* poate fi interpretat nu numai ca nume al unui enunț, ci și ca nume al unei succesiuni de aruncări — în acest caz, „*a*" ar trebui interpretat ca nume al unei clase de evenimente, și nu ca nume de enunț; *h* rămîne însă în toate cazurile numele unui enunț.

Datorită faptului că e este o probă empirică în favoarea ipotezei h, problema noastră se transformă în mod firesc în întrebarea: cum coroborează proba empirică e ipoteza h? Răspunsul este: dacă e este o probă empirică ideal-favorabilă, atunci atît $E(h,e)$ cît şi $C(h,e)$, adică gradul de coroborare al lui h pe baza lui e, se vor apropia de maximum, cînd mărimea eşantionului pe care se bazează e tinde către infinit[5]. În felul acesta, proba empirică ideală implică un comportament ideal corespunzător al lui E şi C. Nu se ajunge deci la nici un paradox; şi putem măsura cu totul nestingheriţi *greutatea probei empirice e, cu referinţă la ipoteza h*, sau prin $E(h,e)$ sau prin $C(h,e)$ sau — menţinîndu-ne mai aproape de ideea lui Keynes — prin valoarea absolută a ambelor funcţii.

7. Dacă h este o ipoteză statistică, ca în cazul nostru, iar e relatarea asupra rezultatelor testării statistice a lui h, atunci $C(h,e)$ reprezintă o măsură a gradului în care această testare îl coroborează pe h, exact ca în cazul unei ipoteze nestatistice.

Trebuie menţionat totuşi că, contrar cazului unei ipoteze nestatistice, dacă h este o ipoteză statistică[6], atunci aprecierea valorii numerice a lui $E(h,e)$ şi chiar a lui $C(h,e)$ se poate face foarte uşor. (La punctul 8 voi indica pe scurt cum pot fi efectuate astfel de calcule în cazuri simple. Voi prezenta, printre altele, bineînţeles şi cazul h=„$P(a,b)=1$".)

Expresia

(4) $$P(e,h)-P(e)$$

este decisivă pentru funcţiile $E(h,e)$ şi $C(h,e)$. Aceste funcţii nu sînt dealtfel decît două moduri diferite de „normalizare" a expresiei (4); ele cresc şi descresc odată cu (4). Aceasta înseamnă că, pentru a obţine un enunţ-test bun e — care, dacă este adevărat, e favorabil pentru h — trebuie să alcătuim o astfel de relatare statistică, e, încît (I) e să implice un $P(e,h)$ — verosimilitatea relativă („likelihood") a lui h faţă de e, de care vorbeşte Fischer — mare, adică la o valoare aproape egală cu 1; şi (II) e trebuie să implice un $P(e)$ mic, adică $P(e)$ trebuie să fie aproape 0. După construcţia unui astfel de enunţ-test, trebuie ca însuşi e să fie supus testelor empirice. (Trebuie să *încercăm* deci să găsim o probă empirică care să-l respingă pe e.)

Să presupunem că h ar fi enunţul

(5) $$P(a,b)=r,$$

iar e ar fi enunţul: „într-un eşantion de mărimea n, care satisface condiţia b (care este rezultatul unei alegeri arbitrare din totalitatea de bază b), a este

---

[5] Atît E, cît şi C au fost definite în prima notă. Este suficient să amintim aici că $E(h, e)=(P(e, h)-(P(e))/(P(e, h)+P(e))$ şi că C se apropie de E în cele mai multe cazuri importante. Eu am sugerat în „*B.J.P.S.*", 1954, *5*, p. 324, că definim

$$C(x, y, z)=(P(y, xz)-P(y, z))/(P(y, xz)-P(xy, z)+P(y, z)).$$

De aici urmează că $C(x, y)$, întrucît acceptăm că z, „cunoaşterea fundamentală" („*background knowledge*"), este tautologic.

[6] Este destul de probabil că, în cazurile numeric calculabile, funcţiile logaritmice propuse de Hamblin şi Good (vezi „a doua notă") ar reprezenta îmbunătăţiri ale funcţiilor pe care le-am propus iniţial. În plus, trebuie notat că, din punct de vedere numeric (dar nu din punctul de vedere teoretic, care stă la baza respectivelor *desiderata*), funcţiile mele (E şi C) şi „gradul suportului factic" (*degree of factual support*) al lui Kemeny şi Oppenheim duc, în cele mai multe cazuri, la rezultate asemănătoare.

satisfăcut în n $(r+\delta)$ cazuri“[*1]. Atunci putem stabili, în special pentru valorile mici ale lui δ[*2]:

(6) $$P(e) \approx 2\delta.$$

Putem stabili chiar $P(e)=2\delta$, căci aceasta ar însemna că atribuim probabilitate egală — și deci probabilitatea $1/(n+1)$ — fiecărei proporții posibile $0/n, 1/n, 2/n, \ldots n/n$, în care poate să apară proprietatea a în interiorul unui eșantion de mărimea n. De aici urmează că ar trebui să atribuim unei relatări statistice e probabilitatea $P(e)=(2d+1)/(n+1)$, care ne informează că indivizii $m+d$ ai unei totalități de mărime n au proprietatea a. Astfel, în măsura în care stabilim $\delta=(d+1/2)/(n+1)$, obținem $P(e)=2\delta$. Echidistribuția descrisă aici este identică cu aceea admisă de Laplace în deducția regulii sale de succesiune. Ea este adecvată pentru evaluarea probabilității absolute $P(e)$, cînd e este o *relatare statistică asupra unui eșantion*. Dar este inadecvată pentru evaluarea probabilității relative $P(e,h)$ a aceleiași relatări în funcție de o ipoteză h, după care eșantionul este rezultatul unui experiment repetat de n ori, din care apar diferite rezultate posibile, fiecare cu o anumită probabilitate. Căci, în acest caz, este potrivită adoptarea unei distribuții combinatorii, *bernoulliană*, în opoziție cu distribuția *laplaceană*. Din (6) reiese că pentru a-l micșora pe $P(e)$, trebuie să-l micșorăm pe δ.

Dar $P(e,h)$ — verosimilitatea relativă a lui h, dată de Fischer — este după Bernoulli apropiată de 1, *sau* cînd δ este suficient de mare (de exemplu cînd $\delta \approx 1/2$), *sau* — dacă δ este mic — cînd n, mărimea eșantionului, este un număr mare. Deci stabilim că $P(e,h) - P(e)$, și cu aceasta funcțiile E și C pot admite *valori mari numai dacă e este o relatare statistică care exprimă faptul că în cadrul unui eșantion extins și bine numărat se obține o bună concordanță cu ipoteza h.*

Deci enunțul-test e va fi cu atît mai bun cu cît este mai mare precizia sa (aceasta este invers proporțională cu 2δ) și reprezintă deci posibilitatea lui de a fi respins sau conținutul său, și cu cît este mai mare sfera n a eșantionului, deci materialul statistic necesar pentru testarea lui e. Iar enunțul-test e, construit în felul acesta, poate fi confruntat cu rezultatele observațiilor efective.

După cum vedem, acumularea probelor statistice, dacă sînt favorabile, îl mărește pe E și pe C, care pot fi astfel considerate ca măsură a greutății probelor favorabile lui h; și putem admite de asemenea că valorile lor absolute măsoară „greutatea“ probelor empirice în raport cu h.

8. Deoarece valoarea numerică a lui $P(e,h)$ poate fi determinată cu ajutorul teoremei binomiale (sau al integralei lui Laplace) și fiindcă, în mod special, nu putem stabili pentru un δ mai mic, pe baza lui (6), că $P(e)$ este egal cu 2δ, este posibil să calculăm valoarea numerică a lui $P(e,h) - P(e)$, iar acest lucru este valabil și pentru E.

[*1] Se admite aici că la un eșantion de mărimea n frecvența înăuntrul eșantionului poate fi determinată, *în cel mai bun caz*, cu o imprecizie de $\pm 1/2\, n$, astfel încît pentru n finit putem avea: $\delta \geqslant 1/2\, n$. (La eșantioane mai mari, acesta implică pur și simplu $\delta > 0$.)

[*2] Formula (6) este o consecință directă a faptului că conținutul informațional al unui enunț se schimbă odată cu precizia lui, astfel încît probabilitatea lui logică se schimbă odată cu imprecizia sa; cf. paragrafele 34 și 37. (De aici rezultă că la un eșantion statistic imprecizia și probabilitatea au aceleași *maxima* și *minima*, respectiv 1 și 0.)

În plus, putem calcula pentru orice n o valoare $\delta = P(e)/2$, pentru care $P(e,h) - P(e)$ ar fi un maximum (pentru $n = 1.000.000$ obţinem $\delta = 0,0018$). În mod asemănător putem calcula o altă valoare a lui $\delta = P(e)/2$, pentru care E ar fi un maximum. (Pentru acelaşi n obţinem $\delta = 0,00135$ şi $E(h,e) = 0,9946$.)

În cazul unei legi generale h, astfel încît $h =$ „$P(a,b) = 1$", care a trecut n teste severe, *toate* cu rezultatul a, obţinem mai întîi $C(h,e) = E(h,e)$, fiindcă $P(h) = 0$; dacă evaluăm apoi $P(e)$ cu ajutorul distribuţiei lui Laplace şi $d = 0$ (ca $P(e) = 1/(n+1)$), atunci obţinem $C(h,e) = n/(n+2) = 1 - (2/(n+2))$. Dar nu trebuie să uităm că teoriile ştiinţifice nestatistice au de regulă o cu totul altă formă decît a enunţului h descris aici, şi că, impunîndu-le artificial această formă, fiecare „instanţă" a şi deci şi e devin *esenţialmente „probe empirice" neobservaţionale**[3].

9. Din toate acestea rezultă că testarea unei ipoteze statistice este deductivă — ca şi testarea tuturor celorlalte ipoteze. Un enunţ-test se formează mai întîi astfel încît să decurgă (sau „aproape să decurgă") din ipoteză, deşi conţinutul deci testabilitatea lui este elevată; apoi este confruntat cu experienţa.

Este interesant că e, dacă ar constitui o relatare completă asupra observaţiilor noastre — cum ar fi o serie lungă de aruncări ale unei monede, pe o faţă şi pe alta, cu o lungime de o mie de elemente — ar fi inutilizabilă ca probă empirică pentru o ipoteză statistică, căci fiecare şir real de lungime m are aceeaşi probabilitate ca orice alt şir (în raport cu h). Deci vom obţine aceeaşi valoare pentru $P(e,h)$, şi cu aceasta şi pentru E şi C — şi anume $E = C = 0$, indiferent dacă e conţine numai aruncări ale unei feţe, sau exact pe jumătate o faţă, şi la fel cealaltă. Aceasta dovedeşte că nu putem utiliza ca probă empirică în favoarea sau contra lui h *totalitatea* cunoştinţelor noastre observaţionale, ci trebuie să alegem dintre cunoştinţele noastre empirice acele enunţuri *statistice* care să poată fi comparate cu propoziţii deductibile din h sau care au o probabilitate elevată în raport cu h. Deci, dacă e oferă rezultatele complete ale unui lung şir de aruncări, atunci e nu poate fi utilizat *în această formă* ca enunţ-test al unei ipoteze statistice. Dar un enunţ mai slab din punct de vedere logic, referitor la *frecvenţa medie*, extras din acelaşi e, ar putea fi astfel utilizat. Căci

---

*[3] S-ar putea vorbi totuşi despre gradul de coroborare al unei teorii în *perspectiva unui cîmp aplicativ*, în sensul indicat în anexele I şi *VIII, în care ar fi aplicabilă metoda de calcul discutată aici. Dar, fiindcă această metodă ignoră structura fină a conţinutului şi a probabilităţii, ea este nesatisfăcătoare pentru aplicaţii la teorii nestatistice. În aceste cazuri putem reveni la metoda comparativă, expusă mai sus în nota 7 din „Prima notă". Trebuie accentuat că, în general, pentru formularea unei teorii în forma „$(x)Ax$" sîntem obligaţi să facem din „A" un predicat foarte complex şi neobservaţional. (Vezi şi anexa *VII, în special nota 1.)

După părerea mea, nu este lipsit de interes să menţionez că metoda dezvoltată în text ne-a permis să obţinem *rezultate numerice* — adică grade de coroborare numerice — în toate cazurile cercetate de Laplace şi de către logicienii moderni, care introduc sisteme de limbaj artificiale, căci ei speră — chipurile — ca în acest mod să obţină acea metrică *a priori* pentru probabilitatea predicatelor lor, care este, după părerea lor, necesară pentru obţinerea rezultatelor numerice. În afară de aceasta, în multe cazuri eu pot obţine cu metoda mea grade de coroborare numerice care depăşesc cu mult posibilităţile acelor sisteme de limbaj, căci predicatele măsurabile nu mai constituie pentru metoda mea nici o problemă. (Şi este un mare avantaj că nu trebuie să introducem nici o metrică pentru probabilitatea vreunuia dintre „*predicatele*" în discuţie; vezi în acest sens critica de la punctul 3 al „Notei a doua" de mai jos, ca şi a doua mea Prefaţă, din 1959.)

o ipoteză probabilistică poate explica numai rezultate ale cercetării *interpretate statistic* şi poate fi deci testată şi coroborată numai prin extrase statistice, şi nu prin „întregul material factic disponibil", de exemplu cînd aceasta constă dintr-o relatare observaţională completă; nici măcar atunci cînd diferitele sale interpretări *statistice* sînt utilizate ca enunţuri excelente şi cu mare greutate[4]. Analiza noastră dovedeşte astfel că metodele statistice sînt în esenţă ipotetico-deductive şi procedează prin eliminarea ipotezelor inadecvate — ceea ce se întîmplă dealtfel cu toate celelalte metode.

10. Dacă S este foarte mic şi tot aşa şi $P(e)$ — ceea ce se poate întîmpla numai în cazul eşantioanelor mari — , atunci, pe baza lui (6), obţinem:

$$P(e,h) \approx P(e,h) - P(e). \tag{7}$$

În acest caz şi numai în acesta va fi deci posibilă acceptarea funcţiilor de verosimilitate ale lui Fisher ca măsură adecvată a gradului de coroborare. Şi invers, putem interpreta măsura dată de mine gradului de coroborare drept *generalizare a funcţiei de verosimilitate a lui Fisher*, care apare în cazul unei mărimi relative a lui δ, cînd funcţiile de verosimilitate ale lui Fisher sînt în mod evident nesatisfăcătoare. Căci verosimilitatea relativă a lui h în lumina probei statistice e nu poate totuşi să atingă o valoare apropiată de maximum pur şi simplu (sau parţial) datorită faptului că proba statistică disponibilă e este lipsită de precizie.

Nu este satisfăcător (pentru a nu spune că este paradoxal) faptul că poate fi obţinută numeric aceeaşi *verosimilitate relativă* dintr-o probă statistică e, care se bazează pe un milion de aruncări şi $\delta=0{,}00135$, ca şi dintr-o probă statistică e', care are ca bază numai o sută de aruncări şi $\delta=0{,}135$*[5]. (Dar este cu totul acceptabil că $E(h,e)=0{,}9946$, în timp ce $E(h,e')=0{,}7606$.)

---

[4] Acest punct prezintă un deosebit interes în legătură cu problema valorii numerice a probabilităţilor absolute, necesare pentru determinarea lui $C(x, y)$, deci în legătură cu problema tratată la punctul 3 din „A doua notă" şi chiar în această notă (vezi în special nota *1). Dacă am vrea să determinăm probabilitatea absolută a „oricărei probe empirice disponibile" care alcătuieşte conjuncţia unui mare număr de rapoarte observaţionale, atunci ar trebui să cunoaştem probabilitatea absolută (sau „amploarea") fiecăruia dintre aceste rapoarte, pentru a putea să formăm produsul lor, acceptînd (cum s-a explicat în anexa *VII) independenţa absolută a acestor rapoarte. Dar pentru a determina probabilitatea absolută a unui extras statistic, nu trebuie să facem nici o presupunere referitoare la probabilitatea absolută a rapoartelor de observare şi la independenţa lor. Căci şi fără acceptarea unei distribuţii laplaceene este clar că (6) trebuie să fie o formulă validă pentru valori mici ale lui δ, pur şi simplu deoarece conţinutul lui e trebuie să fie în permanenţă o măsură a *preciziei* sale (cf. paragraful 36) şi deci că probabilitatea absolută trebuie să fie măsurată prin amploarea lui e, care este 2δ. Se poate accepta deci că o distribuţie laplaceană nu este decît cea mai simplă presupoziţie de echiprobabilitate care duce la (6). Se poate menţiona în acest context că distribuţia laplaceană poate fi concepută ca bazîndu-se pe un *univers de eşantioane* (nu de obiecte sau evenimente). Universul de eşantioane ales depinde fireşte de ipoteza care urmează să fie testată. În interiorul oricărui univers particular de eşantioane o ipoteză de echiprobabilitate implică o distribuţie laplaceană (sau „rectangulară").

*[5] „Verosimilitatea relativă" a lui Fisher se dovedeşte în multe cazuri ca intuitiv nesatisfăcătoare. Fie x „următoarea aruncare cu acest zar va fi un şase". Atunci verosimilitatea relativă a lui x pe baza probei empirice y va avea valoarea 1 şi deci va atinge valoarea cea mai înaltă, cînd lui y îi atribuim de exemplu semnificaţia: „următoarea aruncare e un număr par" sau „următoarea aruncare e un număr>4" sau chiar „următoarea aruncare e un număr diferit de doi". Valorile lui $C(x, y)$ sînt, se pare, satisfăcătoare; ele vor fi 3/8, 4/7, 1/10. Vezi definiţia lui C în nota 5 de mai sus.

11. Notăm că probabilitatea logică absolută a unei legi generale *h*, adică *P*(*h*), într-un univers infinit va fi în genere zero. Din acest motiv, *P*(*e*,*h*), adică verosimilitatea relativă a lui *h*, va fi în cele mai multe sisteme probabilistice nedeterminată, căci *P*(*e*,*h*) este definit în cele mai multe sisteme prin $P(e,h)/P(h)=0/0$. Este necesar deci un calcul al probabilităţilor formal, care să dea valori definite pentru *P*(*e*,*h*), chiar dacă $P(h)=0$, şi care să dea în mod constant şi univoc $P(e,h)=1$, cînd *e* decurge din *h* sau „*aproape decurge*". Eu am publicat cu cîtva timp în urmă un sistem care îndeplineşte aceste cerinţe[7].

12. *E*(*h*,*e*) poate fi interpretat în mod adecvat ca măsură a capacităţii de explicare a lui *h* în raport cu *e*, chiar dacă *e* nu este o relatare asupra unor încercări autentice şi sincere ale respingerii lui *h*. Totuşi *C*(*h*,*e*) poate fi interpretat adecvat ca grad de coroborare a lui *h* — sau ca raţionalitate a opiniei noastre despre *h*, în lumina testelor — numai dacă *e* constă din relatări asupra rezultatului unor încercări serioase de respingere a lui *h*, şi nu din relatări asupra încercărilor de verificare a lui *h*.

După cum se înţelege din ultima propoziţie, eu sugerez teza că este fals să credem că probabilitatea poate fi interpretată ca măsură a raţionalităţii opiniei noastre (această interpretare este exclusă pe baza paradoxelor evidenţei ideale), dar că gradul de coroborare ar putea fi foarte bine interpretat în felul acesta[8]. În ce priveşte calculul probabilităţilor, el permite un mare număr de interpretări diferite[9]. Deşi printre acestea nu se numără „gradul opiniei raţionale", există totuşi o *interpretare logică*, după care probabilitatea este concepută ca generalizare a *deductibilităţii*. Dar această logică a probabilităţii are prea puţin de-a face cu evaluarea ipotetică a şanselor noastre ca un eveniment să se producă sau nu. Căci enunţurile probabiliste în care ne exprimăm aceste evaluări sînt întotdeauna aprecieri ipotetice ale *posibilităţilor obiective* inerente situaţiilor particulare — care constau în împrejurări obiective particulare, de exemplu ale unui *dispozitiv experimental*. Aceste evaluări ipotetice (care *nu pot fi deduse din nimic altceva*, ci reprezintă presupuneri libere, chiar dacă ar putea fi *sugerate* prin consideraţii de simetrie sau prin material statistic) pot fi supuse testelor statistice în multe cazuri importante. Ele nu sînt niciodată evaluări ale ignoranţei noastre. Teza contrară este, cum a observat şi Poincaré, consecinţa unei concepţii (care poate fi inconştientă) deterministe despre lume[10].

Din acest punct de vedere, un „jucător raţional" evaluează întotdeauna *şansele obiective*. Şansele obiective, pe care este pregătit să le accepte, nu reprezintă o măsură pentru „gradul opiniei sale" (cum se admite de obicei), ci sînt mai degrabă *obiectul* opiniei sale. El crede că şansele există în mod obiectiv: el consideră o ipoteză probabilistă obiective *h* ca adevărată. Dacă vrem să măsurăm behavioristic gradul opiniei sale (faţă de aceste şanse sau de oricare al-

---

[7] „*B.J.P.S.*", 1955, *6*; vezi în special p. 56 şi urm. O formă simplificată a acestui sistem axiomatic se găseşte în lucrările mele *Philosophy of Science*: *A. Personal Report* (p. 191) şi *The Propensity Interpretation*..., care sînt menţionate mai sus în nota 3. (În ultima lucrare amintită, la p. 67 în nota 3, ultimul „<" trebuie înlocuit cu „≠", iar în (B) şi (C) după a doua săgeată trebuie să înceapă un rînd nou.) Vezi şi anexa *IV.

[8] Cf. „*B.J.P.S.*", 1955, *6*, p. 55 (titlul paragrafului).

[9] Cf. lucrarea mea din „*Mind*", 1938, *47*, p. 275 şi urm.

[10] Cf. H. Poincaré, *Science and Method*, 1914, IV. I. (Acest capitol a fost publicat pentru prima dată în „*La revue du mois*", 1907, *3*, p. 257—276 şi în „*The Monist*", 1912, *22*, p. 31—52.)

tele), atunci ar trebui să determinăm, probabil, cît este dispus să rişte din avutul său, cînd i se propune un pariu (cu miză egală), căci opinia lui — aprecierea dată de el şanselor — este corectă, presupunînd că această corectitudine poate fi stabilită.

În ce priveşte gradul de coroborare, el nu este altceva decît o măsură a gradului în care este supusă testelor o ipoteză h şi a gradului în care trece aceste teste. El nu poate fi interpretat deci ca grad de raţionalitate a încrederii noastre în *adevărul* ipotezei h; noi ştim într-adevăr că $C(h,e)=0$ cînd h este logic adevărată. Gradul de coroborare este mai degrabă o măsură pentru *raţionalitatea acceptării* unei presupuneri problematice, fiind conştienţi de faptul că este vorba numai de o simplă presupunere, dar de una care a fost testată sever şi temeinic.

*13. Cele douăsprezece puncte de mai sus alcătuiesc „A treia notă“, aşa cum a apărut în „*B.J.P.S.*“. Vreau să mai adaug aici două observaţii care explicitează unele consideraţii mai formale, conţinute implicit în aceste note.

Prima problemă la care mă gîndesc se referă la *metrica* probabilităţii logice (cf. a doua notă, punctul 3) şi relaţia ei cu distincţia între ceea ce eu numesc enunţuri probabilistice primare şi secundare. Teza mea este că, la nivelul secundar, distribuţia laplaceană şi bernoulliană ne furnizează *metrica* dorită.

Putem opera cu un sistem $S_1=\{a,b,c,a_1,b_1c_1...\}$ de elemente (în sensul sistemului nostru de postulate din anexa *IV). Din aceste elemente se vor obţine enunţuri probabilistice de forma „$P(a,b)=r$“, pe care le putem numi „enunţuri probabilistice primare“. Aceste enunţuri probabilistice primare pot fi apoi considerate ca elemente ale unui sistem secundar $S_2=\{e,f,g,h,...\}$ în care „e“, „f“ şi celelalte sînt nume ale enunţurilor de forma „$p(a,b)=r$“.

Dar teorema lui Bernoulli ne spune, în mare, următoarele: fie h enunţul „$p(a,b)=r$“; atunci, dacă h este adevărat, este extrem de probabil că, într-un şir lung de repetări ale condiţiilor b, frecvenţa apariţiei lui a va fi egală cu r (sau foarte apropiată). Fie „$\delta_r(a)_n$“ enunţul care exprimă că a va apărea într-o succesiune lungă de n repetări cu frecvenţa de $r+\delta$. Teorema lui Bernoulli spune că probabilitatea lui $\delta_r(a)_n$ se apropie de 1 odată cu creşterea lui n, dacă este dat h, adică $p(a,b)=r$. (Şi mai spune că această probabilitate se apropie continuu de zero cînd are loc $p(a,b)=s$, iar s este în afara domeniului $r+\delta$. Acesta este un lucru important pentru respingerea ipotezelor probabiliste.)

Urmează de aici că teorema lui Bernoulli poate fi scrisă în forma unui enunţ (secundar) asupra probabilităţii relative, referitoare la elementele g şi h din S_2, deci o putem scrie în forma

$$\lim_{n\to\infty} p(g,h)=1,$$

în care $g=\delta r(a)_n$ şi h este informaţia că $p(a,b)=r$; cu alte cuvinte, h este un enunţ de probabilitate primară iar g este un enunţ primar de *frecvenţă relativă*.

Aceste consideraţii dovedesc că în S_2 trebuie să acceptăm *enunţuri de frecvenţă* ca g, adică $\delta_r(a)_n$ şi ipoteze probabiliste sau evaluări probabiliste ipotetice ca h. Din acest motiv, este util ca în interesul omogenităţii lui S_2, să identificăm *toate* enunţurile probabilistice care sînt elemente ale lui S_2, cu enunţuri *frecvenţiale*, cu alte cuvinte, să adoptăm pentru enunţurile probabilistice *primare* $e,f,g,h,...$, care formează elemente ale lui S_2, un fel de *interpretare*

frecvențială a probabilității. În același timp, putem să adoptăm *interpretarea logică a probabilității* pentru enunțuri probabilistice de forma

$$P(g,h)=r.$$

deci pentru enunțuri de probabilitate secundare, care constituie aserțiuni referitoare la gradul de probabilitate al enunțurilor probabilistice primare g și h.

Chiar dacă nu avem nici o metrică logică (absolută) pentru enunțurile probabilistice, adică ne este cu totul necunoscută valoarea lui $p(a)$ sau $p(b)$, putem avea totuși o metrică logică sau absolută pentru enunțurile probabilistice secundare: o astfel de metrică ne furnizează distribuția laplaceană, după care $P(g)$, posibilitatea *absolută* a lui g, adică a lui $\delta_r(a)_n$, este egală cu 2δ, fie că g este observat empiric, fie că este o ipoteză; astfel, ipoteza probabilistică tipică, h, obține valoarea $P(h)=0$, fiindcă h are forma „$p(a,b)=r$“, cînd $\delta=0$. Deoarece metodele lui Bernoulli ne permit să calculăm valoarea probabilității relative $P(g,h)$ prin analiză pur matematică, putem considera că și probabilitățile relative $P(g,h)$ sînt determinate pe cale pur logică. Pare deci cu totul îndreptățită adoptarea interpretării logice a calculului formal al probabilităților la nivelul secundar.

În rezumat, putem admite că metodele lui Bernoulli și Laplace indică drumul pentru construcția unei metrici pur logice a probabilităților la nivelul secundar, independent de faptul că există sau nu o metrică logică a probabilităților la nivelul primar. Metodele lui Bernoulli determină astfel metrica logică a probabilităților relative (în mod special „verosimilitatea“ secundară a ipotezelor primare), iar metodele lui Laplace — metrica logică a probabilităților absolute (în special relatările statistice asupra eșantioanelor).

Fără îndoială că strădaniile lui Bernoulli și Laplace au fost îndreptate în mare măsură spre construcția unei teorii probabilistice a inducției, și se pare că ei erau înclinați să identifice C cu p. Nu mai trebuie să adaug că eu nu împărtășesc această concepție: ca toate celelalte teorii, teoriile statistice sînt ipotetico-deductive. Și, la fel cu toate celelalte teorii, ipotezele statistice sînt testate prin încercări de a le falsifica, prin încercări de a le reduce verosimilitatea secundară la zero sau aproape la zero. „Gradul lor de coroborare“ C prezintă interes numai cînd este rezultatul unor astfel de testări; căci nimic nu este mai ușor decît să alegem material statistic în așa fel, încît să fie *favorabil* pentru o ipoteză statistică — dacă dorim acest lucru.

*14. La sfîrșitul acestor considerații ne putem întreba dacă, pe neobservate, punctul meu de vedere nu s-a schimbat. Într-adevăr, s-ar părea că nimic nu ne împiedică să-l numim pe $C(h,e)$ „probabilitatea inductivă a lui h în raport cu e“, sau — dacă avem impresia că acest lucru este inexact, în virtutea faptului că C nu satisface legile calculului probabilităților — „gradul de raționalitate al opiniei noastre față de h, pe baza lui e“. Un critic inductivist binevoitor ar putea chiar să mă felicite că am rezolvat prin funcția C, introdusă de mine, străvechea problemă a inducției *într-un sens pozitiv* și, prin aceeași funcție C, am stabilit o dată pentru totdeauna validitatea raționamentului inductiv; aceasta, în contradicție cu afirmația mea că am rezolvat problema inducției *într-un sens negativ* (și anume în sensul că inducția nu este numai logic imposibilă, ci nu apare nici faptic).

La aceasta aş riposta [72] că n-am nimic împotrivă ca $C(h,e)$ să fie desemnat cu orice nume am dori, fie că i se potriveşte, fie că nu: terminologia nu mă deranjează, atîta timp cît nu conduce la erori. În acest sens, n-am nimic împotriva unei extinderi (conştientă sau inconştientă) a semnificaţiei cuvîntului „inducţie". Trebuie să insist totuşi asupra faptului că $C(h,e)$ poate fi interpretat drept grad de coroborare numai cînd *e este o relatare asupra celor mai severe teste pe care le-am putut imagina*. Acesta este punctul în care se face vădită diferenţa dintre poziţia inductivistă sau verificaţionistă şi poziţia mea. Inductivistul sau verificaţionistul vrea ca ipotezele sale să fie consolidate. El speră să le *întărească* prin proba empirică *e*: el caută: *întărirea, asigurarea* — *„confirmarea"*. El poate să înţeleagă, în cel mai bun caz, că în alegerea lui *e* trebuie să fim obiectivi, că nu trebuie să ignorăm cazurile nefavorabile şi că *e* trebuie să cuprindă relatări asupra *tuturor* cunoştinţelor observaţionale, fie că sînt sau nu favorabile. (Notăm că *pretenţia inductivistă*, după care *e* trebuie să cuprindă *totalitatea* cunoştinţelor noastre observaţionale, nu poate fi reprezentată în cadrul nici unui formalism. Ea este o pretenţie neformală, o condiţie de adecvare, care trebuie îndeplinită, dacă vrem să-l interpretăm pe $p(h,e)$ drept *grad al cunoaşterii noastre imperfecte despre h*[*6].)

Contrar acestui punct de vedere inductivist, eu afirm că $C(h,e)$ poate fi interpretat ca grad de coroborare a lui *h* prin *e*, numai dacă *e* exprimă rezultatele străduinţelor noastre serioase *de a-l respinge pe h*. Condiţia sincerităţii acestor strădanii nu este formalizabilă — la fel ca şi cerinţa inductivistă că *e* trebuie să reprezinte totalitatea cunoştinţelor noastre observaţionale. Totuşi, dacă *e nu* constă din relatările asupra încercărilor noastre sincere de a-l respinge pe *h*, atunci ne autoamăgim crezînd că-l putem interpreta pe $C(h,e)$ ca grad de coroborare sau ca ceva asemănător.

Criticul meu binevoitor ar putea să-mi replice că nu vede totuşi nici un motiv pentru care funcţia mea *C* să nu poată fi considerată ca soluţie pozitivă a problemei clasice a inducţiei. Căci el ar putea să spună că răspunsul meu ar fi perfect acceptabil pentru un inductivist clasic, dacă s-ar considera că răspunsul nu este totuşi altceva decît o prezentare a aşa-numitei „metode a inducţiei eliminatorii" — metodă bine cunoscută de Bacon, Whewell şi Mill şi pe care n-au dat-o uitării nici anumiţi teoreticieni probabilişti ai inducţiei (deşi criticul meu poate să accepte că ultimii n-au fost în măsură să încorporeze efectiv această metodă în teoriile lor).

Reacţia mea împotriva acestei replici ar fi regretul de a nu fi reuşit să clarific în mod satisfăcător punctul esenţial al tezei mele. Căci singurul scop al eliminării preconizate de toţi aceşti teoreticieni ai inducţiei a fost acela de *a sprijini şi a asigura* cît mai mult cu putinţă teoria care supravieţuieşte, care, credeau ei, ar trebui să fie cea *adevărată* (sau, poate, numai o teorie *probabilă în cel mai înalt grad*, în măsura în care n-am reuşit încă să eliminăm toate teoriile în afară de cea adevărată).

---

*6 *Adaos* (1968). Deoarece mi s-a imputat (în I. LAKATOS, ed., *The Problem of Inductive Logic*, 1968, p. 157, paragraful 3) că nu am dat nici o indicaţie pentru *pretenţia inductivistă* (*„Popper provides no quotations"*) că *e* trebuie să conţină *„toate* cunoştinţele noastre observaţionale", vreau să arăt că tocmai în volumul citat, la p. 137, am reprodus regula respectivă cu toate referinţele la cartea lui CARNAP (*Logical Foundations*, p. 201, I_6 şi I_7, § 43 B).

Contrar acestui punct de vedere, eu cred că numărul teoriilor rivale nu poate fi redus niciodată în mod considerabil prin eliminare, căci acest număr rămîne întotdeauna infinit. Un teoretician trebuie să se oprească *asupra teoriilor celor mai improbabile din cele care au supraviețuit*, adică la acelea care pot fi cel mai sever testate. Noi „acceptăm" aceste teorii în mod provizoriu, dar numai în sensul că le considerăm apte de a fi supuse unei critici ulterioare şi celor mai severe teste care pot fi imaginate.

Ca rezultat pozitiv, am putea spune că teoria care supraviețuieşte este cea mai bună — şi cel mai bine testată — dintre cele pe care le cunoaştem*[7].

Addendum, 1972

(1) La ultimele trei rînduri de mai sus pot să adaug o explicaţie. Prin „cea mai bună" teorie înţeleg una din teoriile concurente şi supraviețuitoare, care are cea mai mare putere explicativă, conţinutul cel mai bogat şi cea mai mare simplitate şi care este cel mai puţin *ad hoc*. Ea va fi, de asemenea, teoria cea mai bine testabilă, însă cea mai bună teorie în acest sens nu este întotdeauna neapărat şi teoria cea mai bine testată.

(2) O foarte importantă contribuţie la problema falsificabilităţii teoriilor probabilistice sau statistice şi la problema falsificării testelor statistice a fost deja publicată. Este vorba de lucrarea lui *Donald A. Gillies, A. Falsifying Rule for Probability Statements*, „*B.J.P.S.*", *22*, 1971, p. 231—261.

---

*[7] *Adaos* (1968). Deşi cuvintele „cea mai bună" din ultima propoziţie a paragrafului 14 au prilejuit aceeaşi interpretare greşită pe care am încercat s-o combat în paragraful 14, amintesc aici din nou că „excelenţa" teoriilor concurente care au supraviețuit la un moment dat depinde de conţinutul sau de testabilitatea lor. Vezi şi adaosele de la p. 264, 359 şi 367.

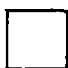
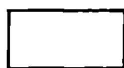
Anexa *X. *Universalii, dispoziții și necesitate naturală sau fizică*

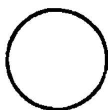
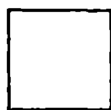
(1) Doctrina fundamentală pe care se întemeiază toate teoriile inducției este *doctrina despre primatul repetărilor*. Cu referire la punctul de vedere al lui Hume asupra acestei probleme, putem distinge două variante ale acestei doctrine. Prima variantă (criticată de Hume) poate fi numită doctrina despre primatul logic al repetărilor. Potrivit acestei doctrine, producerea repetată a unui fenomen reprezintă un fel de *justificare* pentru acceptarea unei legi universale. (De regulă, ideea repetării este legată cu cea a probabilității.) A doua variantă (susținută de Hume) poate să fie numită doctrina despre primatul temporal (și psihologic) al repetărilor. Ea afirmă că repetările, deși nu oferă nici un fel de *justificare* pentru acceptarea unei legi universale și pentru așteptările și convingerile legate de acceptarea unei asemenea legi, *trezesc* totuși de fapt în noi asemenea așteptări și convingeri — oricît de puțin „justificat" sau „rațional" ar fi acest fapt (sau aceste convingeri).

Amîndouă variantele acestei doctrine despre primatul repetărilor, cea mai tare, care afirmă primatul lor logic, și cea mai slabă, care presupune doar primatul lor temporal (sau cauzal, psihologic), sînt de nesusținut. (Cu alte cuvinte, *nu există inducție prin repetare* și orice „învățare" care se întemeiază pe repetare se deosebește fundamental de o „învățare" care constă în descoperiri noi.) Aceasta se poate arăta cu ajutorul a două argumente complet diferite.

Primul meu argument împotriva primatului repetărilor este următorul. Toate repetările pe care le întîlnim în experiență sînt *repetări aproximative*; spunînd că o repetare este aproximativă, am în vedere că B, care este repetarea unui eveniment A, nu este identic cu A, nu este de nedistins în raport cu A, ci *doar mai mult sau mai puțin asemănător* cu A. Dacă însă repetarea se bazează pur și simplu pe similaritate, ea trebuie să împărtășească una din principalele

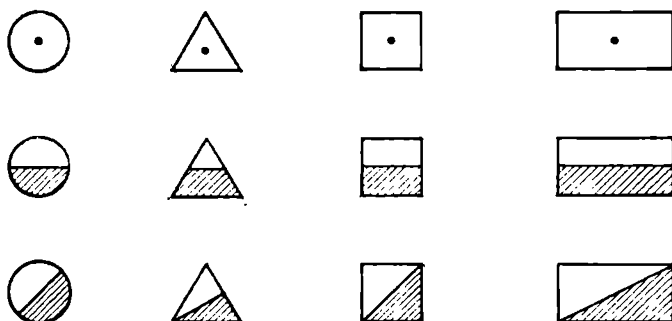
   

caracteristici ale similarității, anume relativitatea ei. Două lucruri care sînt asemănătoare sînt întotdeauna asemănătoare numai în *anumite privințe*. Aceasta se poate ilustra printr-o schemă simplă (vezi p. 396).

Dacă privim această schemă, observăm că unele figuri se aseamănă cu altele prin prezența sau absența hașurării; altele se aseamănă în ceea ce privește forma; iar altele se aseamănă în ceea ce privește mărimea. Acest tabel poate fi extins după cum urmează:



Se poate vedea ușor că nu există o limită a felurilor de similaritate posibile.

Aceste scheme arată că lucrurile pot fi asemănătoare *în privințe diferite* și că două lucruri, care sînt asemănătoare dintr-un punct de vedere, pot să fie neasemănătoare dintr-un alt punct de vedere. În general, similaritatea, și odată cu ea repetarea, presupun adoptarea unui *punct de vedere*: unele similarități sau repetări ne vor izbi dacă sîntem interesați într-o problemă, iar altele dacă sîntem interesați în altă problemă. Dar dacă similaritatea și repetarea presupun adoptarea unui punct de vedere, existența unui anumit interes și a unei anumite așteptări, este logic necesar ca punctele de vedere, interesele și așteptările să fie atît logic, cît și temporal (cauzal sau psihologic) primare față de repetare. Această concluzie contrazice atît doctrina primatului logic cît și pe cea a primatului temporal al repetărilor[1].

Voi mai observa că pentru orice grup sau mulțime finită de lucruri, oricît de deosebite între ele, putem, cu puțină ingeniozitate, să găsim puncte de vedere astfel încît toate lucrurile aparținînd acestei mulțimi vor fi asemănătoare (sau parțial identice) dacă vor fi considerate din unul din aceste puncte de vedere. Aceasta înseamnă că orice lucru sau eveniment poate fi considerat ca o „repetare" a oricărui altui lucru sau eveniment, cu condiția adoptării unui punct de vedere potrivit. Se vădește astfel cît este de naiv să considerăm repetarea ca ceva primar sau dat. Cele spuse aici sînt strîns legate de faptul (menționat în anexa *VII, nota de subsol 9) că putem găsi, pentru *orice* șir finit de zerouri și unuri, o regulă sau „lege" matematică pentru construcția unui șir infinit, care să înceapă cu șirul finit dat.

---

[1] Unele ilustrări ale acestei argumentări, în măsura în care ea este îndreptată împotriva doctrinei primatului temporal al repetărilor (adică împotriva lui Hume), pot fi găsite în paragrafele IV și V ale articolului meu *Philosophy of Science: A Personal Report*, inclus acum, sub un titlu diferit, ca prim capitol al lucrării mele *Conjectures and Refutations*, 1963, 1965.

Voi expune acum al doilea dintre argumentele mele împotriva primatului repetărilor. El poate fi formulat după cum urmează. Există legi și teorii cu totul diferite în ceea ce privește caracterul lor de „Toate lebedele sînt albe", deși ele pot fi enunțate într-un mod asemănător. Să considerăm atomismul antic. Evident, el poate fi exprimat (în una din formele sale cele mai simple) prin enunțul „Toate corpurile materiale sînt alcătuite din corpusculi". Este însă clar că forma „Toți (toate)..." este relativ neesențială în cazul acestei legi. Am în vedere faptul că este cel puțin tot atît de greu de arătat că un singur corp fizic — să zicem o bucată de fier — este alcătuit din atomi sau „corpusculi", pe cît de greu este de arătat că *toate* lebedele sînt albe. Afirmațiile noastre depășesc în ambele cazuri datele observației directe. Același lucru este valabil pentru aproape toate teoriile științifice. Nu putem arăta direct, nici măcar pentru *un singur* corp fizic, că se va mișca rectiliniu dacă asupra lui nu acționează nici o forță exterioară; sau că el atrage și este atras de un alt corp fizic invers proporțional cu pătratul distanței dintre ele. Toate aceste teorii descriu ceea ce putem numi *proprietăți structurale ale lumii*; ele depășesc întotdeauna domeniul tuturor experiențelor posibile. În cazul acestor teorii despre structura lumii, dificultatea nu constă atît în a stabili universalitatea legii, pornind de la producerea repetată a unor evenimente, cît în a stabili că legea este valabilă măcar pentru un singur caz.

Mulți inductiviști au văzut această dificultate. Majoritatea celor care au văzut-o au încercat, ca Berkeley, să facă o distincție netă între generalizări observaționale pure și teorii mai „abstracte" sau „oculte", ca teoria corpusculară sau teoria lui Newton; ei au încercat, de regulă, să rezolve problema spunînd, ca Berkeley, că teoriile abstracte nu sînt enunțuri veritabile despre lume, că ele nu sînt *altceva decît instrumente*, instrumente pentru predicția fenomenelor observabile. Am denumit acest punct de vedere „*instrumentalism*" și l-am criticat mai amănunțit cu alte prilejuri[2]. Aici aș dori doar să spun că resping instrumentalismul și să indic un singur motiv pentru această respingere, anume faptul că el nu rezolvă problema proprietăților „abstracte", „oculte" sau „structurale". Căci asemenea proprietăți nu intervin numai în teoriile „abstracte", pe care le au în vedere Berkeley și urmașii săi. Ele sînt invocate tot timpul, de fiecare dintre noi, și anume în limba de toate zilele. Aproape orice enunț pe care îl formulăm depășește experiența. Nu există o linie de demarcație netă între „limbajul empiric" și „limbajul teoretic": *teoretizăm tot timpul*, chiar și atunci cînd formulăm cel mai banal enunț singular. Cu această remarcă, am ajuns la principala problemă pe care intenționez să o examinez în această anexă.

(2) Cînd spunem „Toate lebedele sînt albe", proprietatea „alb" este considerată observațională și în această măsură s-ar putea spune, eventual, că enunțul singular „Această lebădă, de aici, este albă" se bazează pe observație. Cu toate acestea, enunțul depășește experiența, nu datorită cuvîntului „alb", ci datorită cuvîntului „lebădă". Căci atunci cînd numim ceva „lebădă", îi atribuim însușiri care depășesc cu mult ceea ce poate fi stabilit prin observație,

---

[2] Cf. articolele mele *A Note on Berkeley as a Precursor of Mach*, „*British Journal for the Philosophy of Science*", 4, 1953, și *Three Views Concerning Human Knowledge* în *Contemporary British Philosophy*, III, ed. H. D. LEWIS, 1956. Ambele au fost retipărite în *Conjectures and Refutations*, 1963, 1965.

aproape în aceeaşi măsură ca atunci cînd afirmăm că ea este alcătuită din „corpusculi".

Deci nu numai teoriile explicative cele mai abstracte depăşesc experienţa, dar chiar şi cele mai banale enunţuri singulare. Căci chiar şi enunţurile singulare cele mai obişnuite sînt întotdeauna *interpretări ale „faptelor" în lumina teoriilor*. (Acelaşi lucru este valabil pentru „faptele" în discuţie. Ele conţin *universalii*; iar acolo unde intervin universalii, găsim întotdeauna o comportare *legică*.)

Am explicat pe scurt, la sfîrşitul paragrafului 25, cum se face că folosirea unor termeni universali ca „pahar" sau „apă" într-un enunţ ca: „Aici se află un pahar cu apă", înseamnă că experienţa este în mod necesar depăşită. Aceasta se datoreşte faptului că termeni ca „pahar" sau „apă" sînt folosiţi pentru a caracteriza *comportarea legică* a anumitor lucruri (sau dispoziţia acestor lucruri de a reacţiona într-un anume fel); ceea ce poate fi exprimat numindu-i „termeni dispoziţionali". Dacă însă orice lege depăşeşte experienţa — ceea ce înseamnă pur şi simplu a spune, într-un alt fel, că nu este verificabilă — atunci şi orice predicat care exprimă o comportare legică depăşeşte experienţa; iată de ce enunţul „Acest vas conţine apă" este o ipoteză testabilă dar neverificabilă, care depăşeşte experienţa[3]. Din acest motiv, este imposibil ca vreun termen universal veritabil să fie „constituit" (cum a încercat Carnap), adică să fie definit în termeni pur observaţionali sau să fie redus la asemenea termeni. Cum *toţi termenii universali sînt dispoziţionali*, ei nu pot fi reduşi la experienţă. Trebuie să-i introducem ca termeni nedefiniţi, cu excepţia celor pe care îi putem defini prin alţi termeni universali (ca atunci cînd ne decidem să definim termenul „apă" prin „compus alcătuit din doi atomi de hidrogen şi un atom de oxigen").

(3) Se trece adesea cu vederea faptul că *toţi* termenii universali sînt dispoziţionali, şi aceasta se poate explica prin împrejurarea că termenii universali sînt dispoziţionali în grade diferite. Astfel „solubil" şi „casabil" sînt în mod clar dispoziţionali într-un grad mai înalt decît „dizolvat" sau „spart". Nu se înţelege însă uneori că şi „dizolvat" şi „spart" sînt dispoziţionali. Un chimist nu ar spune că zahărul sau sarea s-au dizolvat în apă, dacă nu s-ar aştepta să obţină din nou zahărul sau sarea prin evaporarea apei. Iată de ce „dizolvat" desemnează o stare dispoziţională. În ceea ce priveşte predicatul „spart", e suficient să ne gîndim la felul cum procedăm atunci *cînd avem îndoieli* cu privire la faptul dacă ceva este spart (rupt) — un obiect care a fost lăsat să cadă de exemplu sau, să zicem, un os în corpul nostru: noi controlăm comportarea acestor lucruri, încercînd să stabilim dacă ele nu manifestă o mobilitate neobişnuită. Iată de ce „spart", ca şi „dizolvat", descriu dispoziţii de comportare uniformă, legică. Într-un mod asemănător, spunem despre o suprafaţă că este roşie sau albă, dacă are proprietatea de a reflecta lumina roşie sau albă şi, prin

---

[3] Fiindcă este vorba de un enunţ singular, este mai puţin incorect să vorbim, aici, despre o simetrie între neverificabilitate şi nefalsificabilitate decît în cazul enunţurilor universale; căci pentru a-l falsifica va trebui să acceptăm ca adevărat un alt enunţ singular, în aceeaşi măsură neverificabil. Dar chiar şi în acest caz persistă o anumită asimetrie. Căci, în general, presupunînd adevărul sau falsitatea anumitor enunţuri-test, putem stabili numai *falsitatea* enunţului supus testului, nu şi adevărul său. Motivul este că stabilirea adevărului ar cere un număr infinit de enunţuri-test. Vezi şi paragraful 29 şi paragraful *22 din *Postscriptum*.

urmare, dispoziția de a arăta, la lumina zilei, roșie sau albă. În general, caracterul dispozițional al oricărei proprietăți universale va deveni clar dacă ne gîndim ce teste va trebui să realizăm atunci cînd avem îndoieli cu privire la faptul dacă proprietatea este prezentă sau nu, într-un anumit caz particular.

Astfel încercarea de a distinge între predicate dispoziționale și nedispoziționale este greșită, ca și încercarea de a distinge între termeni (sau limbaje) teoretici și termeni (sau limbaje) neteoretici sau empirici sau observaționali sau comuni. Asemenea încercări iau naștere, poate, în felul următor: ceea ce oamenii au învățat înainte de a atinge o anumită vîrstă critică, ei sînt înclinați să considere ca fiind factual sau „comun", iar ceea ce au învățat mai tîrziu, ca teoretic sau, eventual, ca „pur și simplu instrumental". (Vîrsta critică pare să depindă de tipul psihologic.)

(4) Legile universale depășesc experiența deja prin faptul că sînt universale, prin faptul că depășesc orice număr finit de cazuri particulare observabile; iar enunțurile singulare depășesc experiența fiindcă termenii universali care apar în mod obișnuit în ele presupun dispoziții de comportare legică și prin aceasta legi universale (de regulă, de un ordin mai scăzut de universalitate). Prin urmare, legile universale depășesc experiența în două feluri: datorită universalității lor și datorită termenilor universali sau dispoziționali care apar în ele. Ele depășesc experiența într-o măsură mai mare, dacă termenii dispoziționali care apar în ele sînt dispoziționali într-un grad mai înalt sau mai abstracți. Există straturi caracterizate prin grade tot mai înalte de universalitate și deci de transcendență. (În paragraful *15 din *Postscriptum* se face o încercare de a explica în ce sens există straturi a ceea ce s-ar putea numi „adîncime".)

Desigur, această transcendență este motivul pentru care legile sau teoriile științifice nu sînt verificabile și pentru care *testabilitatea* sau *falsificabilitatea* este singurul lucru care le distinge, în general, de teoriile metafizice.

La întrebarea de ce folosim aceste legi transcendente, în loc de a ne ține mai strîns de „experiență", pot fi date două răspunsuri.

(a) Fiindcă avem nevoie de ele: fiindcă nu există ceva de felul „experienței pure", ci numai experiență interpretată în lumina așteptărilor sau teoriilor, care sînt „transcendente".

(b) Fiindcă teoreticianul este un om care *dorește să explice* experiențele și fiindcă explicația implică folosirea ipotezelor explicative, care (pentru a fi independent testabile; vezi paragraful *15 din *Postscriptum*) trebuie să depășească ceea ce sperăm să explicăm prin mijlocirea lor.

Motivul (a) este unul pragmatic și instrumentalist și, deși cred că este adevărat, nu cred că este comparabil în ceea ce privește importanța cu motivul (b); căci chiar dacă un program de eliminare a teoriilor explicative cînd este vorba de scopuri practice (să zicem de predicție) ar reuși, țelul teoreticianului ar rămîne neschimbat[4].

---

[4] Că este posibil să ne descurcăm fără teorii, este teza susținută de CARNAP, *Logical Foundations of Probability*, p. 575 și urm. Nu există însă nici un temei pentru presupunerea că analiza lui Carnap, chiar dacă ar putea fi altminteri apărată, ar putea fi transferată în mod legitim de la modelul său de limbaj la „limbajul științific"; vezi *Prefața* mea, 1958. În două articole foarte interesante, W. Craig a discutat anumite programe de reducție. (Vezi „*Journal of Symbolic Logic*", *18*, 1953, p. 30 și urm. și „*Philosophical Review*", *65*, 1956, p. 38 și urm.) La excelentele comentarii critice ale autorului cu privire la metoda sa de eli-

(5) Că teoriile depăşesc experienţa în sensul indicat aici, a fost afirmat în multe pasaje ale lucrării mele. În acelaşi timp teoriile au fost descrise ca enunţuri strict universale.

O critică pătrunzătoare a punctului de vedere că teoriile sau legile naturii pot fi exprimate adecvat prin enunţuri universale, ca „Toate planetele se mişcă pe orbite eliptice", a fost formulată de William Kneale. Obiecţiile lui Kneale mi s-au părut greu de înţeles. Nici acum nu sînt sigur că l-am înţeles cum se cuvine, dar totuşi sper acest lucru[5].

Cred că punctul de vedere fundamental al lui Kneale poate fi formulat în felul următor. Deşi enunţuri universale pot fi *derivate* din legi ale naturii, ultimele sînt logic mai puternice decît primele. O lege a naturii nu enunţă numai că „Toate planetele se mişcă pe orbite eliptice", ci ceva de felul „Toate planetele se mişcă *în mod necesar* pe orbite eliptice". Kneale numeşte un enunţ de acest fel, un „principiu al necesităţii" („*principle of necessitation*"). Nu cred că el a reuşit să clarifice în mod satisfăcător deosebirea dintre un enunţ universal şi un „principiu al necesităţii". El vorbeşte de „nevoia unei formulări mai precise a noţiunilor de contingenţă şi necesitate"[6]. Puţin mai încolo citim însă, cu surprindere: „De fapt cuvîntul «necesitate» este cel mai puţin problematic din cele cu care avem de-a face în acest domeniu al filozofiei"[7]. Este adevărat că între aceste două pasaje Kneale încearcă să ne convingă că „sensul distincţiei" — al distincţiei dintre contingenţă şi necesitate — „poate fi uşor înţeles prin exemple"[8]. Mi s-a părut însă că exemplele sale sînt de natură să producă dezorientare. În măsura în care pot presupune că am reuşit să-l înţeleg pe Kneale, trebuie să spun că teoria sa pozitivă asupra legilor naturii mi se pare pe de-a întregul inacceptabilă. Cu toate acestea, consider critica sa ca deosebit de valoroasă.

(6) Voi explica acum, cu ajutorul unui exemplu, ceea ce cred eu că este esenţial în critica pe care o face Kneale punctului de vedere că o caracterizare a legilor naturii ca enunţuri universale este logic *suficientă* şi *intuitiv adecvată*.

---

minare a ideilor „auxiliare" (sau „transcendente"), pot fi adăugate următoarele. (I) El realizează eliminarea teoriilor explicative, în esenţă, prin ridicarea unui număr nelimitat de mare de teoreme la rangul de axiome (sau înlocuind definiţia „teoremei" printr-o nouă definiţie a „axiomei", care este coextensivă cu prima în sublimbajul „purificat"). (II) În construcţia efectivă a sistemului purificat, el este *condus*, desigur, *de cunoaşterea teoriilor* ce urmează să fie eliminate. (III) Sistemul purificat nu mai este un sistem explicativ şi nu mai este testabil în sensul în care pot fi testabile sistemele explicative, a căror testabilitate este corelată în mod esenţial cu *conţinutul* lor informativ şi cu *adîncimea* lor informativă. (Se poate spune că axiomele sistemului purificat au o adîncime zero în sensul paragrafului *15 din *Postscriptum*.)

[5] Cf. WILLIAM KNEALE, *Probability and Induction*, 1949. Unul din motivele, deşi nu cel mai important, pentru care am întîmpinat greutăţi în înţelegerea criticii lui Kneale a fost acela că el dă, în unele pasaje, prezentări foarte reuşite ale vederilor mele, în timp ce alteori pare să nu fi înţeles deloc ceea ce am vrut să spun. (Vezi de exemplu nota 17, mai jos.)

[6] *Op. cit.*, p. 32.

[7] *Op. cit.*, p. 80.

[8] *Op. cit.*, p. 32. Una din dificultăţi este că Kneale pare uneori să accepte punctul de vedere al lui Leibniz („Un adevăr este necesar cînd negarea lui implică o contradicţie, iar cînd nu este necesar, el este numit contingent". Cf. *Die philosophischen Schriften*, ed. de Gerhardt, *3*, p. 400 şi de asemenea 7, p. 390 şi urm.), în timp ce alteori pare să folosească cuvîntul „necesar" într-un sens mai larg.

Să considerăm un animal dispărut, de exemplu moa, o pasăre uriaşă ale cărei oase pot fi găsite din abundenţă în mlaştinile din Noua Zeelandă. (Eu însumi am făcut săpături pentru a găsi asemenea oase.) Am hotărît să folosim numele „moa" ca un nume universal (nu ca un nume propriu; cf. paragraful 14) al unei anumite structuri biologice. Trebuie să admitem că este posibil — şi chiar credibil — că nu au existat şi nu vor exista alte moa în univers, în afara celor care au trăit odată în Noua Zeelandă. Vom presupune că această ipoteză plauzibilă este corectă.

Vom presupune, mai departe, că structura biologică a organismului moa este de aşa fel încît în condiții favorabile o moa poate trăi uşor şaizeci de ani sau mai mult. Mai presupunem că în Noua Zeelandă condiţiile întîlnite de moa au fost departe de a fi ideale (datorită, poate, prezenţei unui virus) şi că nici o moa nu a atins vîrsta de cincizeci de ani. În acest caz, enunţul strict universal „Toate păsările moa mor înainte de a atinge vîrsta de cincizeci de ani" va fi adevărat; căci, potrivit presupunerilor noastre, nu există, nu a existat şi nu va exista o moa în univers care să depăşească vîrsta de cincizeci de ani. În acelaşi timp, enunţul universal nu va fi o lege a naturii, căci potrivit presupunerilor noastre ar fi posibil ca o moa să trăiască mai mult, şi numai datorită unor condiţii *accidentale* sau *contingente* — cum ar fi existenţa simultană a unui anumit virus — nici una nu a trăit, de fapt, mai mult.

Exemplul arată că pot exista *enunțuri adevărate de universalitate strictă* care nu au caracterul unor legi adevărate şi universale ale naturii, ci un caracter accidental. În consecinţă, caracterizarea legilor naturii ca enunţuri de universalitate strictă este insuficientă din punct de vedere logic şi inadecvată din punct de vedere intuitiv.

(7) Acest exemplu poate, de asemenea, indica în ce sens legile naturii pot fi descrise ca „principii ale necesităţii" sau „principii ale imposibilităţii", cum sugerează Kneale. Căci, potrivit presupunerilor noastre — presupuneri care sînt perfect rezonabile — ar fi *posibil*, în condiţii favorabile, ca o moa să atingă o vîrstă mai înaintată decît a atins vreo moa pînă acum. Dacă ar exista, dimpotrivă, o lege a naturii care să limiteze durata de viaţă a oricărui organism de tip moa la cincizeci de ani, atunci *nu ar fi posibilă*, pentru nici o moa, o durată de viaţă mai mare. Astfel legile naturii fixează anumite limite pentru ceea ce este posibil.

Cred că toate acestea sînt acceptabile din punct de vedere intuitiv; cînd am precizat, în mai multe pasaje ale cărţii mele, că legile naturii *interzic* anumite *evenimente*, că au caracterul unor prohibiţii, am exprimat aceeaşi idee intuitivă. Cred că este pe deplin posibil, şi chiar util, să vorbim de „necesitate naturală" sau de „necesitate fizică", pentru a descrie caracteristica legilor naturii şi a consecinţelor lor.

(8) Consider, de asemenea, că este o greşeală să subapreciem deosebirile dintre această necesitate fizică sau naturală şi alte specii de necesitate, de ex. necesitatea logică. Putem desemna, într-un mod nenuanţat, prin logic necesar ceea ce ar fi valabil în orice lume care poate fi gîndită. De exemplu, legea gravitaţiei a lui Newton poate fi considerată ca o lege a naturii adevărată într-o lume oarecare şi, prin urmare, ca fiind necesară în această lume; dar poate fi foarte bine *gîndită* şi o lume în care această lege nu este valabilă.

Kneale a criticat acest mod de argumentare, indicînd că presupunerea lui Goldbach (după care orice număr mai mare de doi este suma a două numere prime) poate fi *gîndită* ca adevărată sau gîndită ca falsă, deşi acest enunţ este demonstrabil (sau negaţia lui poate fi demonstrată) şi în acest sens este matematic sau logic necesar (sau imposibil); şi el susţine că „posibilitatea de a gîndi contrariul nu trebuie considerată ca o infirmare a necesităţii unui enunţ în matematică"[9]. Dar dacă lucrurile stau aşa, atunci de ce, se întreabă Kneale, „trebuie să presupunem că din ea rezultă... o infirmare în ştiinţele naturii?"[10]. Mi se pare că în acest argument se pune un accent prea mare pe expresia „poate fi gîndit" („conceivable"); mai mult decît atît, Kneale lucrează cu un înţeles al expresiei „poate fi gîndit" diferit de cel care este avut în vedere în matematică: odată ce avem o demonstraţie a teoremei lui Goldbach, putem spune că această demonstraţie stabileşte cu precizie că un număr par (mai mare decît doi), care nu este suma a două numere prime, nu poate fi gîndit — în sensul că duce la rezultate contradictorii, de exemplu la enunţul că $0=1$, care „nu poate fi gîndit". În alt sens, $0=1$ poate fi foarte bine gîndit şi poate fi utilizat, ca orice alt enunţ fals din punct de vedere matematic, ca o presupunere într-o demonstraţie indirectă. Într-adevăr, o demonstraţie indirectă poate fi formulată în felul următor: „*Să presupunem* că *a* este adevărat. În acest caz, va trebui să admitem că *b* este adevărat. Ştim însă că *b* este absurd. Deci *nu putem gîndi* (it is *inconcevable*) că *a* este adevărat." Este clar că deşi folosirea lui „poate fi gîndit" şi „nu poate fi gîndit" este aici întrucîtva vagă şi ambiguă, ar fi derutant să susţinem că o asemenea demonstraţie este inacceptabilă deoarece adevărul lui *a* nu poate să fie de neconceput de vreme ce am început demonstraţia tocmai gîndind adevărul lui *a*.

Deci „ceea ce nu poate fi gîndit" este în logică şi matematică pur şi simplu o altă expresie pentru „ceea ce duce la o contradicţie evidentă". Este *din punct de vedere logic* posibil sau „poate fi gîndit" orice lucru care nu duce la o contradicţie evidentă şi este imposibil din punct de vedere logic sau „nu poate fi gîndit" orice lucru care duce la o asemenea contradicţie. Cînd Kneale scrie că opusul unei teoreme „poate fi gîndit", el foloseşte expresia aceasta într-un alt sens — unul care este de asemenea foarte bun şi îndreptăţit. Argumentul său nu este însă valid.

(9) Astfel, o presupunere este logic posibilă dacă nu cuprinde o contradicţie; ea este fizic posibilă dacă nu contrazice legile naturii. Cele două înţelesuri ale lui „posibil" au destule puncte comune pentru a explica de ce folosim acelaşi cuvînt; a trece însă peste diferenţele dintre ele poate duce doar la confuzii.

Comparate cu tautologiile logice, legile naturii au un caracter contingent, accidental. Leibniz a văzut clar acest lucru. El ne învaţă (cf. *Philos. Schriften*, GERHARDT, 7, p. 390) că lumea este opera lui Dumnezeu într-un sens oarecum asemănător cu acela în care un sonet, un rondou, o sonată sau o fugă, este opera unui artist. Artistul poate alege liber o anumită *formă*, dar el îşi limitează de bună voie libertatea prin această alegere: el impune creaţiei sale anumite principii de imposibilitate cu privire, de exemplu, la ritm şi, în mai mică măsură, cu privire la cuvinte, care în raport cu ritmul pot apărea contingente, acciden-

---

[9] *Op. cit.*, p. 80.
[10] *Ibid.*

tale. Aceasta nu înseamnă însă că alegerea formei sau a ritmului nu a fost, de asemenea, contingentă. Căci el putea să aleagă o altă formă sau un alt ritm.

Într-un mod asemănător stau lucrurile cu legile naturii. Ele limitează domeniul faptelor singulare (logic) posibile. Ele sînt, astfel, principii de imposibilitate în raport cu aceste fapte singulare; iar faptele singulare apar ca fiind într-un grad înalt contingente, atunci cînd sînt comparate cu legile naturii. Dar legile naturii, deşi necesare în raport cu faptele singulare, sînt contingente cînd sînt comparate cu tautologiile logice. Căci pot exista *lumi structural diferite* — lumi cu legi diferite ale naturii.

Necesitatea sau imposibilitatea naturală seamănă deci cu necesitatea sau imposibilitatea muzicală. Ea seamănă cu imposibilitatea unei măsuri de patru într-un menuet clasic, cu imposibilitatea de a-l încheia cu o septimă diminuată sau cu o altă disonanţă. Ea lasă însă multă libertate faptelor singulare contingente — condiţiilor iniţiale.

Dacă comparăm situaţia din muzică cu exemplul meu referitor la moa, putem spune: nu există o lege muzicală care să interzică scrierea unui menuet în sol bemol minor, dar este, cu toate acestea, posibil ca nici un menuet să nu fi fost scris şi să nu fie scris de acum înainte în această cheie neobişnuită. Putem astfel spune că legile muzicale necesare pot fi deosebite de enunţuri universale adevărate despre faptele istorice ale compoziţiei muzicale.

(10) Punctul de vedere opus — punctul de vedere că legile naturii nu sînt în nici un sens contingente — pare să fie cel susţinut de Kneale, dacă eu îl înţeleg bine. Mie acest punct de vedere mi se pare tot aşa de greşit ca şi punctul de vedere pe care el îl critică în mod justificat — punctul de vedere că legile naturii nu sînt nimic altceva decît enunţuri universale adevărate.

Punctul de vedere al lui Kneale că legile naturii sînt necesare în acelaşi sens în care sînt necesare tautologiile logice ar putea fi exprimat, eventual, în termeni religioşi astfel: Dumnezeu ar fi putut alege între a crea o lume fizică şi a nu crea o lume fizică, dar odată ce această alegere a fost făcută, el nu a mai fost liber să aleagă forma sau structura lumii; căci, dacă această structură — uniformităţile naturii descrise de legile naturii — este în mod necesar ceea ce este, tot ceea ce el a putut alege liber au fost condiţiile iniţiale.

Mi se pare că Descartes a susţinut un punct de vedere foarte asemănător. După el, toate legile naturii decurg cu necesitate dintr-un principiu analitic (definiţia esenţei „corpului"), potrivit căruia „a fi corp" înseamnă acelaşi lucru cu „a fi întins"; aceasta implică că două corpuri *diferite* nu pot ocupa, în acelaşi timp, acelaşi loc sau spaţiu. (Acest principiu este într-adevăr asemănător exemplului standard al lui Kneale — „că nimic din ceea ce este roşu nu este în acelaşi timp verde"[11].) Dar tocmai datorită faptului că a depăşit aceste „truisme" (cum le numeşte Kneale, subliniind asemănarea lor cu tautologiile logice[12]), fizica, începînd cu Newton, a atins o profunzime a înţelegerii incomparabilă cu cea a abordării carteziene.

Cred că doctrina după care legile naturii nu sînt *în nici un sens contingente* este o formă deosebit de radicală a filozofiei pe care am criticat-o altundeva sub

---

[11] Cf. KNEALE, *op. cit.*, p. 32; vezi, de exemplu, şi p. 80.

[12] *Op. cit.*, p. 33.

numele de „esenţialism"[13]. Căci ea implică doctrina existenţei unor *explicaţii ultime*; adică a existenţei unor teorii explicative care nu au nevoie, la rîndul lor, de vreo explicaţie şi nici nu pot fi explicate. Căci dacă am reuşi să reducem toate legile naturii la adevăratele „principii ale necesităţii" — la truisme, ca acelea că două corpuri întinse nu pot ocupa acelaşi spaţiu sau că nimic din ceea ce este roşu nu este în acelaşi timp şi verde — explicaţii suplimentare ar deveni în acelaşi timp inutile şi imposibile.

Nu văd nici un motiv pentru a crede că doctrina despre existenţa unor explicaţii ultime este adevărată şi văd multe motive pentru a considera că este falsă. Cu cît învăţăm mai mult despre teorii sau legi ale naturii, cu atît ne amintesc ele mai puţin de truismele carteziene şi de definiţiile esenţialiste. Ceea ce ne dezvăluie ştiinţa nu sînt truisme. Ţine mai degrabă de măreţia şi frumuseţea ştiinţei că putem învăţa, prin cercetări critice, că lumea este cu totul altfel decît ne-am imaginat-o — înainte ca imaginaţia noastră să fi fost pusă în mişcare de infirmarea teoriilor noastre anterioare. Nu pare să existe vreun motiv pentru a crede că acest proces se va încheia vreodată[14].

Un sprijin foarte puternic pentru aceste teze îl constituie consideraţiile mele despre conţinut şi probabilitate logică (absolută). Dacă legile naturii nu sînt, pur şi simplu, enunţuri strict universale, ele trebuie să fie *din punct de vedere logic mai puternice* decît enunţurile universale corespunzătoare, dacă ultimele trebuie să poată fi deduse din ele. *Necesitatea logică* a lui a, aşa cum am văzut (la sfîrşitul anexei *V), poate fi definită prin definiensul

$$p(a)=p(a, \bar{a})=1.$$

Pentru enunţuri universale a, pe de altă parte, obţinem (cf. aceeaşi anexă şi anexele *VII şi *VIII):

$$p(a)=p(a, \bar{a})=0$$

şi acelaşi lucru trebuie să fie valabil pentru orice enunţ mai tare din punct de vedere logic. În consecinţă, o lege a naturii, datorită conţinutului ei mare, este atît de îndepărtată de un enunţ logic necesar, cît de departe poate fi, în general, un enunţ necontradictoriu; din punctul de vedere al semnificaţiei sale logice, el este mai apropiat de un enunţ universal „doar accidental" decît de un truism logic.

(11) Rezultatul final al acestei discuţii este că sînt gata să accept critica lui Kneale, în măsura în care sînt gata să accept punctul de vedere că există o categorie de enunţuri, legile naturii, care sînt din punct de vedere logic mai puternice decît enunţurile universale corespunzătoare. Această concepţie este, după părerea mea, incompatibilă cu orice teorie a inducţiei. Asupra metodologiei mele ea are însă o influenţă mică sau chiar nici o influenţă. Dimpotrivă, este clar că un principiu, propus sau presupus, care afirmă imposibilitatea unor anumite evenimente va trebui să fie testat încercîndu-se să se arate că aceste

---

[13] Cf. lucrările mele *Poverty of Historicism*, paragraful 10; *The Open Society*, capitolul 3, paragraful VI, şi capitolul 11; *Three Views Concerning Human Knowledge* (acum în *Conjectures and Refutations*, 1963, 1965, capitolul 3); *Postscriptum*, de exemplu paragrafele *15 şi *31.

[14] Cf. *Postscriptum*, îndeosebi paragraful *15.

evenimente sînt posibile, cu alte cuvinte, încercînd să le producem. Dar aceasta este tocmai metoda testării, pe care o susţin.

Iată de ce punctul de vedere adoptat aici nu cere vreo schimbare a metodologiei mele. Numai la nivel ontologic, metafizic sînt necesare anumite schimbări. Ele pot fi descrise spunînd că dacă presupunem că *a* este o lege a naturii, presupunem că *a* exprimă o *proprietate structurală a lumii noastre*; o proprietate care împiedică apariţia anumitor evenimente singulare sau stări de fapt de un anumit fel, posibile din punct de vedere logic. (Acestea sînt explicate deja, în bună măsură, în paragrafele 21—23, precum şi în paragrafele 79, 83 şi 85.)

(12) Cum a arătat Tarski, *necesitatea logică* poate fi explicată cu ajutorul universalităţii. Un enunţ poate fi numit logic necesar, dacă şi numai dacă este deductibil (de ex., prin particularizare) dintr-o funcţie propoziţională „universal validă"; adică, dintr-o funcţie propoziţională care este *satisfăcută de orice model*[15]. (Aceasta înseamnă că ea este adevărată în toate lumile posibile.)

Cred că putem explica, cu ajutorul aceleiaşi metode, ceea ce înţelegem prin „necesitate naturală"; căci putem adopta următoarea definiţie (N°):

(N°) *Un enunţ poate fi numit necesar în sens natural sau fizic, dacă şi numai dacă este derivabil dintr-o funcţie propoziţională care este satisfăcută în toate lumile ce diferă, dacă diferă în general, de lumea noastră, numai în ceea ce priveşte condiţiile iniţiale.* (*Vezi *Adaosul* la această anexă.)

Nu putem *şti*, desigur, niciodată, dacă o presupusă lege este o lege veritabilă, ori dacă arată doar ca o lege, dar depinde, de fapt, de anumite condiţii speciale, predominante în regiunea universului în care trăim. (Cf. paragraful 79.) Nu putem, prin urmare, determina niciodată dacă un enunţ extralogic este în fapt necesar în sens natural; presupunerea (ipoteza) că un enunţ este necesar în acest sens rămîne pentru totdeauna o presupunere (ipoteză)[73] (nu numai fiindcă nu putem cerceta întreaga lume pentru a ne asigura că nu există vreun contraexemplu, ci pe temeiul încă mai puternic că nu putem cerceta toate lumile care diferă de a noastră numai în privinţa condiţiilor iniţiale). Dar deşi definiţia propusă exclude posibilitatea de a obţine un *criteriu pozitiv* al necesităţii naturale, putem, în practică, aplica definiţia noastră a necesităţii naturale într-un mod negativ: găsind condiţii iniţiale în care presupusa lege se dovedeşte a nu fi valabilă, putem arăta că ea nu este necesară, că nu este o lege a naturii. Astfel definiţia propusă se armonizează foarte bine cu principiile metodologiei mele.

Definiţia propusă va face, desigur, *necesare în sens natural sau fizic* toate legile naturii, împreună cu consecinţele lor logice[16].

Se vede imediat că definiţia propusă este în perfect acord cu rezultatele la care am ajuns în discuţia asupra exemplului cu moa (cf. punctele (6) şi (7) de mai sus): tocmai fiindcă am considerat că păsările moa ar trăi mai mult în condiţii diferite — în condiţii mai favorabile — am avut şi impresia că un enunţ universal adevărat despre durata lor de viaţă reală maximă are un caracter accidental.

---

[15] Cf. articolul meu *Note on Tarski's Definition of Truth*, „*Mind*", *64*, 1955, în special p. 391.

[16] În treacăt fie spus, enunţurile necesare din punct de vedere logic vor fi necesare şi din punct de vedere fizic (pur şi simplu fiindcă decurg din orice enunţ); acest lucru nu este, desigur, deosebit de important.

(13) Introducem acum simbolul „*N*", ca nume al clasei enunțurilor care sînt adevărate în mod necesar, în sensul necesității naturale sau fizice, adică adevărate oricare ar fi condițiile inițiale.

Cu ajutorul lui „*N*", putem defini „$a \underset{N}{\rightarrow} b$" (în cuvinte „Dacă *a*, atunci în mod necesar *b*") prin următoarea definiție oarecum evidentă:

(*D*) $a \underset{N}{\rightarrow} b$ este adevărat dacă și numai dacă $(a \rightarrow b) \varepsilon N$.

Redat aproximativ în cuvinte: enunțul „Dacă *a*, atunci în mod necesar *b*" este valabil, dacă și numai dacă enunțul „Dacă *a*, atunci *b*" este necesar adevărat. Adică „$a \rightarrow b$" este, desigur, numele unui enunț condițional obișnuit, cu antecedentul *a* și consecventul *b*. Dacă intenția noastră ar fi să definim implicația logică sau „implicația strictă", am putea să utilizăm pe (D), dar am interpreta atunci pe *N* ca „logic necesar" (în loc de „necesar în sens natural sau fizic").

Datorită definiției (D), putem să spunem că „$a \underset{N}{\rightarrow} b$" este numele unui enunț cu următoarele proprietăți:

(*A*) $a \underset{N}{\rightarrow} b$, spre deosebire de $a \rightarrow b$, nu este întotdeauna adevărat dacă *a* este fals.

(*B*) $a \underset{N}{\rightarrow} b$, spre deosebire de $a \underset{N}{\rightarrow} b$, nu este întotdeauna adevărat dacă *b* este adevărat.

(*A'*) $a \underset{N}{\rightarrow} b$ este întotdeauna adevărat dacă *a* este imposibil (necesarmente fals) sau dacă negația lui *a*, $\bar{a}$, este necesarmente adevărată fie în sens logic, fie în sens fizic. (Cf. ultimele trei pagini ale acestei anexe și nota 26, mai jos.)

(*B'*) $a \underset{N}{\rightarrow} b$ este întotdeauna adevărat dacă *b* este necesarmente adevărat (fie în sens logic, fie în sens fizic.)

Aici *a* și *b* pot să fie ori enunțuri ori funcții propoziționale.

$a \underset{N}{\rightarrow} b$ poate fi numit un enunț „condițional necesar" sau „condițional nomic". Aceste denumiri exprimă ceea ce alți autori au desemnat prin termenii „condiționale subjonctive" sau „condiționale contrafactuale". (Se pare însă că alți autori — de exemplu Kneale — înțeleg altceva prin „condițional contrafactual": în terminologia lor această expresie semnifică că *a* este, în fapt, fals[17]. Nu cred că este recomandabilă o asemenea utilizare a expresiei.)

Puțină reflecție va arăta că clasa N a enunțurilor necesare în sens natural cuprinde nu numai clasa tuturor enunțurilor care, ca și legile universale adevărate ale naturii, pot fi descrise în mod intuitiv ca fiind neafectate de schimbări în condițiile inițiale, dar și toate acele enunțuri care decurg din legi uni-

---

[17] În articolul meu *Note on Natural Laws and so-called Contrary-to-Fact Conditionals* („*Mind*", *58*, N.S., 1949, p. 62–66) am folosit termenul „condițional subjonctiv" pentru ceea ce numesc aici „condițional necesar" sau „condițional nomic"; am explicat, în mod repetat, că aceste condiționale subjonctive trebuie să fie derivabile din legi ale naturii. Este, prin urmare, greu de înțeles cum poate Kneale chiar numai să presupună („*Analysis*", *10*, 1950, p. 122) că după mine un condițional subjonctiv sau un „condițional contrafactual" ar avea forma „$\sim \varnothing(a). \varnothing(a) \supset \Psi(a))$". Mă întreb dacă Kneale și-a dat seama că expresia lui este doar o formă complicată pentru „$\sim \varnothing(a)$"; căci cine s-ar gîndi să afirme vreodată că „$\sim \varnothing(a)$" este derivabil din legea „$(x)\ (\varnothing(x) \supset \Psi(x))$"? *Adaos 1959: După cum îmi dau seama acum, Kneale a fost conștient de acest fapt. Cu atît mai greu mi-e să înțeleg cum mi-a putut atribui punctul de vedere menționat mai sus.

versale adevărate ale naturii sau din teorii structurale adevărate asupra lumii. Între acestea se vor găsi enunţuri care descriu o mulţime definită de condiţii iniţiale; de exemplu, enunţuri de forma „dacă în acest flacon, în condiţiile temperaturii obişnuite a încăperii şi la o presiune de 1 000 g/cm², se amestecă hidrogen şi oxigen... atunci...". Dacă enunţuri condiţionale de acest fel pot fi deduse din legi adevărate ale naturii, atunci adevărul lor va fi invariant în raport cu toate schimbările condiţiilor iniţiale; fie condiţiile iniţiale, descrise în antecedent, vor fi satisfăcute, caz în care consecventul va fi adevărat, fie condiţiile iniţiale descrise în antecedent nu vor fi satisfăcute şi în consecinţă antecedentul este faptic fals („contrafactual"). În acest caz, datorită antecedentului fals, enunţul condiţional va fi adevărat ca satisfăcut în mod vid (*vacuously satisfied*). Astfel, mult discutata satisfacere vidă (*vacuous satisfaction*) îşi are rolul ei în a asigura faptul că enunţurile ce pot fi derivate din legi necesare în sens natural sînt, de asemenea, „necesare în sens natural" în sensul definiţiei noastre.

Într-adevăr, am fi putut să-l definim pe *N* mai simplu ca fiind clasa legilor naturii şi a consecinţelor lor logice. Dar există, poate, un uşor avantaj în definirea lui *N* cu ajutorul conceptului de condiţii iniţiale (ale unei clase de simultaneitate a enunţurilor singulare). Dacă îl definim pe *N* ca fiind, de exemplu, clasa enunţurilor care sînt adevărate în toate lumile care nu diferă de lumea noastră decît cel mult prin condiţiile iniţiale, atunci ocolim folosirea expresiilor subjonctive (sau contrafactuale) ca de exemplu, „care ar rămîne adevărate chiar dacă (în lumea noastră) ar domni condiţii iniţiale diferite de cele care domnesc de fapt".

Totuşi expresia din (*N*°) „toate lumile ce diferă, dacă diferă în general, de lumea noastră numai în ceea ce priveşte condiţiile iniţiale" conţine, fără îndoială, implicit ideea legilor naturii. Ceea ce avem în vedere sînt „toate lumile care au aceeaşi structură —sau aceleaşi legi ale naturii — ca lumea noastră". În măsura în care *definiens*-ul nostru conţine în mod implicit ideea legilor naturii, (*N*°) poate fi caracterizată ca circulară. Dar toate definiţiile trebuie să fie circulare *în acest sens* — aşa cum toate derivările (în opoziţie cu demonstraţiile[18]), de exemplu toate silogismele, sînt circulare: concluzia trebuie să fie conţinută în premise. Într-un sens mai tehnic însă, definiţia noastră nu este circulară. *Definiens*-ul ei operează cu o idee intuitivă perfect clară — cea a variaţiei condiţiilor iniţiale în lumea noastră; de exemplu, variază distanţele planetelor, masele lor şi masa soarelui. Rezultatele unor asemenea schimbări sînt interpretate, în sensul definiţiei *N*°, ca un fel de „model" al lumii noastre (un model sau o „copie", care nu trebuie să fie fidel în ceea ce priveşte condiţiile iniţiale); *definiens*-ul nostru se foloseşte apoi de metoda binecunoscută de a numi „necesare" toate acele enunţuri care sînt adevărate în toate aceste modele (adică pentru toate condiţiile iniţiale *posibile din punct de vedere logic*).

(14) Analiza dată aici se deosebeşte, din punct de vedere intuitiv, de o versiune publicată anterior[19]. Cred că este vorba de o îmbunătăţire considera-

---

[18] Distincţia dintre derivare (*derivation*) şi demonstraţie (*proof*) este tratată în articolul meu *New Foundations for Logic*, „Mind", *561*, 1947, p. 193 şi urm.

[19] Cf. *A Note on Natural Laws and so-called Contrary-to-Fact Conditionals*, „Mind", *58*, N.S., 1949, p. 62–66. Vezi şi lucrarea mea *Poverty of Historicism*, 1957 (publicată pentru prima dată în 1945), nota de subsol de la p. 123.

bilă şi recunosc cu plăcere că datorez această îmbunătăţire criticii lui Kneale. Considerate dintr-un punct de vedere mai tehnic (mai puţin intuitiv), aceste schimbări sînt mici. În lucrarea mea mai veche, am operat (a) cu conceptul de legi ale naturii, (b) cu conceptul de enunţuri condiţionale care *decurg* din legi ale naturii; dar aşa cum am văzut, (a) şi (b) luate împreună au aceeaşi extensiune ca *N*. (c) Am mai presupus că enunţurile „condiţionale subjonctive" sînt acele enunţuri care decurg din (a), adică sînt tocmai acelea care aparţin clasei (b). În sfîrşit (d), am afirmat (în ultimul paragraf al acestei lucrări) că trebuie, poate, să introducem următoarea presupunere: toate condiţiile iniţiale logic posibile (şi, prin urmare, toate evenimentele şi procesele care sînt compatibile cu legile) trebuie să fie într-un moment determinat al timpului realizate undeva în univers; acesta este un mod oarecum stîngaci de a spune ceea ce spun acum cu ajutorul ideii tuturor lumilor care diferă (dacă diferă în general) de lumea noastră numai în ceea ce priveşte condiţiile iniţiale[20].

Poziţia mea din 1949 ar putea fi formulată în felul următor. Deşi lumea noastră nu poate cuprinde toate lumile logic posibile, căci lumi cu altă structură — cu alte legi — sînt logic posibile, ea cuprinde toate lumile posibile din punct de vedere fizic, în sensul că toate condiţiile iniţiale posibile din punct de vedere fizic sînt realizate în ea, undeva şi cîndva. Punctul meu de vedere actual este că deşi e foarte evident că această presupunere metafizică poate fi adevărată, este mai bine dacă ne lipsim de ea.

Dacă acceptăm totuşi această presupunere metafizică, atunci punctul meu de vedere mai vechi şi cel actual devin (exceptînd deosebirile pur terminologice) echivalente în ce priveşte *statutul legilor*. Se poate spune însă că punctul meu de vedere mai vechi este, într-o oarecare măsură, mai „metafizic" (sau mai puţin „pozitivist") decît cel actual, deşi nu utilizează *cuvîntul* „necesar" în caracterizarea statutului legilor.

(15) Pentru un teoretician al metodei care respinge inductivismul şi aderă la teoria falsificării, nu există o mare deosebire între punctul de vedere că legile universale nu sînt altceva decît enunţuri strict universale şi punctul de vedere că sînt „necesare": în ambele cazuri, putem doar testa presupunerea (conjectura) noastră prin încercări de a o infirma.

Din punctul de vedere al inductivismului deosebirea este însă esenţială; el trebuie să respingă conceptul de lege „necesară", deoarece legile necesare, fiind din punct de vedere logic mai puternice, pot fi mai greu întemeiate prin inducţie decît enunţurile pur şi simplu universale.

De fapt, inductiviştii nu raţionează întotdeauna în acest fel. Dimpotrivă, unii par să gîndească că un enunţ care caracterizează legile naturii ca necesare poate fi folosit cumva pentru justificarea inducţiei — de exemplu în sensul unui „principiu al uniformităţii naturii".

---

[20] Numesc formularea mai veche „stîngace" fiindcă duce la introducerea presupunerii că păsările moa au trăit undeva sau vor trăi într-o zi în condiţii ideale, ceea ce îmi pare puţin forţat. Prefer acum să înlocuiesc această supoziţie cu alta: între „modelele" lumii noastre — care nu sînt presupuse a fi reale, ci trebuie considerate drept construcţii logice — va exista cel puţin unul în care păsările moa trăiesc în condiţii ideale. Iar această supoziţie mi se pare nu numai admisibilă, ci chiar evidentă. Făcînd abstracţie de schimbări terminologice, aceasta mi se pare că este singura modificare în poziţia mea, faţă de cea susţinută în nota din „*Mind*", publicată în 1945. Cred însă că aceasta este o modificare importantă.

Este însă evident că nici un principiu de acest fel nu poate justifica vreodată inducţia, nu poate face raţionamentele inductive valide sau măcar probabile.

Este desigur adevărat că putem recurge la un enunţ ca „există legi ale naturii" dacă dorim să justificăm cercetarea îndreptată spre cunoaşterea acestor legi[21]. În contextul acestei remarci, cuvîntul „a justifica" are un sens cu totul diferit faţă de cel pe care îl are în contextul întrebării dacă putem justifica inducţia. În ultimul caz, dorim să întemeiem logic anumite enunţuri — generalizările inductive. În primul caz, dorim doar să justificăm o activitate, căutarea legilor. Şi deşi această activitate poate fi justificată, într-un anumit sens, prin cunoaşterea faptului că există legi adevărate — că există regularităţi structurale în lume — ea poate fi justificată şi fără cunoaşterea acestui fapt: speranţa că există undeva hrană „justifică", desigur, căutarea acestei hrane — în special cînd sîntem înfometaţi — chiar dacă această speranţă este departe de a reprezenta o cunoaştere. Putem spune, deci, că deşi cunoaşterea faptului că există legi adevărate contribuie într-o anumită măsură la justificarea activităţii de căutare a legilor, această căutare este justificată chiar şi fără această cunoaştere, de curiozitatea noastră şi pur şi simplu de speranţa succesului.

În afară de aceasta, distincţia dintre legi „necesare" şi enunţuri strict universale nu pare să fie relevantă pentru această problemă: necesară sau nu, cunoaşterea faptului că există legi va contribui la „justificarea" cercetării noastre, fără ca acest fel de „justificare" să fie indispensabil.

(16) Cred totuşi că ideea existenţei unor legi necesare ale naturii, în sensul necesităţii naturale sau fizice, explicate la punctul (12), este importantă din punct de vedere ontologic sau metafizic şi de mare semnificaţie intuitivă pentru încercările noastre de a înţelege lumea. Şi, deşi este imposibil să probăm această idee, fie pe temeiuri empirice (fiindcă nu este falsificabilă), fie pe alte temeiuri, eu cred că ea este adevărată, cum am arătat în paragraful 79 şi în paragrafele 83—85. Încerc însă acum să merg mai departe, dincolo de ceea ce am spus în aceste paragrafe, prin sublinierea caracterului ontologic specific al legilor universale (de exemplu, vorbind despre „necesitatea" lor sau despre „caracterul lor structural") şi prin sublinierea faptului că nefalsificabilitatea sau caracterul metafizic al afirmaţiei că există legi ale naturii nu ne împiedică să discutăm această afirmaţie în mod raţional, adică în mod critic. (Vezi în *Postscriptum*, mai ales paragrafele *6, *7, *15 şi *120.)

Dar în opoziţie cu Kneale, consider că „necesar" este pur şi simplu un cuvînt, o etichetă utilă pentru a distinge *universalitatea legilor* de universalitatea „accidentală". Desigur, orice altă etichetă ar putea fi foarte bine folosită, fiindcă legătura cu necesitatea logică nu este aici prea puternică. Sînt în mare măsură de acord cu spiritul în care îl parafrazează Wittgenstein pe Hume cînd

---

[21] Cf. WITTGENSTEIN, *Tractatus* 6.36: „Dacă ar exista o lege a cauzalităţii, ea ar putea suna astfel: «Există legi ale naturii». Dar fireşte că nu putem spune aşa ceva; aceasta se poate doar arăta". Dacă se poate arăta, în general, ceva, atunci aceasta este, după părerea mea că aşa ceva *se poate spune: şi chiar s-a spus*, de către Wittgenstein, de exemplu. Ceea ce evident nu poate fi făcut, este să se verifice enunţul că există legi ale naturii (el nu poate fi nici măcar falsificat). Dar faptul că un enunţ nu este verificabil (sau chiar că nu este falsificabil) nu înseamnă că este lipsit de sens, că nu poate fi înţeles sau că acest lucru „nu poate fi spus", cum credea Wittgenstein.

spune: „O necesitate ca un lucru să aibă loc pentru că altul a avut loc nu există. Există numai necesitate logică“[22]. Numai într-un singur sens este legat $a \underset{N}{\rightarrow} b$ de necesitatea logică: conexiunea necesară dintre *a* şi *b* nu poate fi atribuită nici lui *a* nici lui *b*, ci mai degrabă faptului că expresia condiţională (sau implicaţia materială) $a \rightarrow b$ (fără „*N*“) decurge cu *necesitate logică* dintr-o lege a naturii, adică este necesară în raport cu o lege a naturii[23]. Şi, se poate spune că, o lege a naturii este necesară fiindcă poate fi logic derivată din sau explicată de o lege cu un grad mai înalt de generalitate sau cu o „adîncime mai mare“. (Vezi *Postscriptum*, paragraful *15.) Se poate presupune că tocmai această dependenţă necesară faţă de enunţuri adevărate de un grad mai înalt de universalitate, a căror existenţă, este presupusă, sugerează iniţial ideea „conexiunii necesare“ între cauză şi efect[24].

(17) Discuţiile actuale asupra „condiţionalelor subjonctive“ sau a „condiţionalelor contrafactuale“, atît cît le pot eu înţelege, au luat naştere, mi se pare, în primul rînd din situaţia problematică creată de dificultăţile inerente inductivismului, pozitivismului, operaţionalismului şi fenomenalismului.

Fenomenalistul, de pildă, doreşte să traducă enunţuri despre obiecte fizice în enunţuri despre observaţii. De ex. „Există un ghiveci de flori pe pervazul ferestrei“ ar trebui tradus cam în felul următor: „Dacă cineva, dintr-un loc anumit, priveşte într-o anumită direcţie, va vedea ceea ce a fost învăţat să numească un ghiveci de flori“. Cea mai simplă obiecţie (dar cîtuşi de puţin cea mai importantă) împotriva considerării celui de-al doilea enunţ ca o traducere a primului este că, deşi al doilea enunţ (ca implicaţie cu implicansul fals) va fi adevărat cînd nimeni nu priveşte spre pervazul ferestrei, ar fi absurd să se spună că, atunci cînd nimeni nu priveşte spre pervazul unei anumite ferestre, pe ea trebuie să existe un ghiveci de flori. Fenomenalistul ar fi înclinat să răspundă că această argumentaţie se sprijină pe definiţia enunţului condiţional (sau a implicaţiei materiale) cu ajutorul matricilor (tabelelor) de adevăr şi că ar trebui să fim conştienţi de necesitatea unei interpretări diferite a enunţului condiţional, o interpretare *modală*, care ţine seama de faptul că, în realitate, ceea ce avem în vedere este ceva de felul: „Dacă cineva priveşte, sau ar privi, el vede, sau ar vedea, un ghiveci de flori“[25].

S-ar putea crede că $a \underset{N}{\rightarrow} b$ furnizează expresia modală dorită, şi, într-un anumit sens, aşa stau lucrurile. Într-adevăr, formula mea realizează aceasta, pe cît ne putem aştepta să o facă. Cu toate acestea, obiecţia mea iniţială nu a fost astfel înlăturată: ştim că dacă $\bar{a}$ este necesară — adică, dacă $\bar{a} \varepsilon N$ — atunci $a \underset{N}{\rightarrow} b$ este valabilă pentru orice *b*. Aceasta înseamnă că dacă, pentru

---

[22] Cf. *Tractatus*, 6.37.

[23] Am arătat aceasta în „*Aristotelian Society Supplementary Volume*“, *22*, 1948, p. 141–154, paragraful 3, vezi în special p. 148. În acest articol am schiţat un program pe care l-am realizat în mare măsură de atunci.

[24] Vezi articolul meu, citat în nota precedentă.

[25] R. B. Braithwaite a răspuns într-un mod asemănător la obiecţia mea de mai sus, pe care am formulat-o după un referat despre fenomenalism, pe care l-a prezentat într-un seminar al profesoarei Susan Stebbing în primăvara lui 1936. A fost prima dată cînd am auzit, într-un context ca acesta, despre ceea ce este numit astăzi „condiţional subjonctiv“. Pentru critica „programelor de reducţie“ fenomenaliste, vezi mai sus nota 4 şi textul la care este ataşată nota.

un motiv sau altul, locul în care se găsește (sau nu se găsește) un ghiveci de flori este astfel situat încît este fizic *imposibil* pentru oricine să-l vadă, atunci expresia „Dacă cineva privește, sau ar privi, spre acest loc, el vede, sau ar vedea, un ghiveci de flori" va fi adevărată pur și simplu fiindcă nimeni nu poate privi spre acel loc[26]. Dar aceasta înseamnă că traducerea fenomenalistă modală a expresiei „În locul x există un ghiveci de flori" va fi adevărată pentru toate acele locuri x spre care, dintr-o cauză fizică sau alta, nimeni *nu poate* privi. (Există astfel un ghiveci de flori — sau orice altceva doriți — în centrul soarelui.) Această consecință este însă absurdă.

Din acest motiv și din multe altele, nu cred că există vreo șansă de a salva fenomenalismul cu această metodă.

Cît privește operaționalismul — doctrina care cere ca toți termenii științifici, ca „lungime" sau „solubilitate", să fie definiți în termenii procedurilor experimentale corespunzătoare — se poate arăta foarte ușor că așa-numitele definiții operaționale sînt circulare. Voi arăta aceasta, pe scurt, în cazul lui „solubil"[27].

Experimentele prin care controlăm dacă o substanță ca zahărul este *solubilă în apă*, comportă asemenea teste cum ar fi recuperarea zahărului din soluție (să zicem prin evaporarea apei, cf. punctul 3 de mai sus). Evident, este necesar să identificăm substanța recuperată, adică să stabilim dacă are aceleași proprietăți ca și zahărul. Una dintre aceste proprietăți este *solubilitatea în apă* Astfel, pentru a defini expresia „x este solubil în apă" prin testul operațional standard, va trebui să spunem, cel puțin, ceva de felul:

„x este *solubil în apă* dacă și numai dacă (a) dacă x este introdus în apă, atunci x dispare (în mod necesar), și (*b*) după ce apa s-a evaporat, rămîne (în mod necesar) o substanță care este din nou *solubilă în apă*".

Motivul fundamental pentru circularitatea acestui tip de definiție este foarte simplu: experimentele nu sînt niciodată concludente, ele trebuie, la rîndul lor, să fie controlabile prin alte experimente.

Operaționaliștii par să fi crezut că odată soluționată problema condiționalelor subjonctive (în așa fel încît „satisfacerea vidă" a propoziției condiționale de definit să poată fi evitată), nu vor mai exista alte obstacole în calea definirii operaționale a termenilor dispoziționali. Mi se pare că marele interes pentru așa-numita problemă a condiționalelor subjonctive (sau contrafactuale) s-a datorat, în principal, acestei convingeri. Dar cred că am reușit să arăt că, chiar dacă am fi rezolvat problema analizei logice a condiționalelor subjonctive (sau „nomice"), nu putem spera să definim termenii dispoziționali sau universali în mod operațional. Căci termenii universali sau dispoziționali depășesc experiența, așa cum am explicat la punctele (1) și (2) și în paragraful 25 al cărții.

---

[26] O expunere mai largă a acestui punct de vedere despre condiționalele subjonctive poate fi găsită în nota mea *On Subjunctive Conditionals with Impossible Antecedents*, „*Mind*", N. S. *68*, 1959, p. 518–520.

[27] Argumentarea este cuprinsă într-un articol pe care l-am predat în ianuarie 1955, ca o contribuție la *volumul Carnap* din seria *Library of Living Philosophers* editată de P. A. Schilpp. El este publicat acum și în *Conjectures and Refutations*, 1963, cap. XI. Cît privește circularitatea definiției operaționale a lungimii, aceasta rezultă din următoarele fapte: (a) definiția operațională a *lungimii* implică corectări ale *temperaturii* și (b) definiția operațională a *temperaturii* implică măsurători ale *lungimii*.

Adaos, 1968

De cînd această anexă a fost publicată pentru prima dată în 1959, s-a produs o replică foarte interesantă din partea lui William Kneale în *„British Journal for the Philosophy of Science"*, *12*, 1961, p. 99 şi urm. şi o critică semnată de G. C. Nerlich şi W. A. Suchting în aceeaşi revistă, nr. *18*, 1967, p. 233 şi urm., căreia i-am răspuns în acelaşi număr, p. 316 şi urm. Nu mai consider astăzi că răspunsul meu a fost foarte bun. Într-adevăr, numai după ce am reexaminat critica lui Kneale, mi-am dat seama care este sursa dezacordului dintre noi.

Ea constă, cred acum, în faptul că mulţi filozofi consideră definiţiile ca fiind importante şi nu au luat niciodată în serios asigurarea mea că le consider lipsite de însemnătate. Nu cred nici că definiţiile pot face ca înţelesul cuvintelor noastre să devină definit, nici că are rost să ne batem capul cu problema dacă putem defini sau nu un termen (deşi cîteodată poate să fie, într-o anumită măsură, interesant că un termen poate fi definit cu ajutorul unor termeni de un *anumit fel*), căci avem nevoie oricum de termeni primitivi nedefiniţi.

Aş putea, eventual, să-mi rezum poziţia spunînd că, în timp ce teoriile şi problemele legate de adevărul lor sînt importante, cuvintele şi problemele legate de înţelesul lor sînt lipsite de importanţă. (Cf. *Conjectures and Refutations*, ed. a 3-a, 1968, punctul 9 de la p. 28.)

Din acest motiv, nu sînt prea interesat nici de definiţia nici de definibilitatea „necesităţii naturale"; cu toate acestea, mă interesează faptul (căci cred că este un fapt) că această idee nu este lipsită de sens.

Cel mai puţin mă interesează stabilirea faptului (dacă cumva este un fapt, ceea ce mi se pare îndoielnic) că un termen modal poate fi definit cu ajutorul unor termeni nemodali. Dacă am lăsat impresia că aceasta este ceea ce am dorit să arăt, atunci am lăsat desigur o impresie greşită.

Anexa *XI. *Despre utilizarea corectă și incorectă a experimentelor imaginare, în special în teoria cuantică*

Critica de care am făcut uz în ultimele părți ale acestei anexe are un caracter logic. Scopul meu nu este acela de a respinge anumite afirmații și modalități de argumentare, care este posibil să fi fost de mult abandonate de către susținătorii lor. Eu încerc mai degrabă să arăt că anumite *metode de argumentare* sînt inadmisibile. Este vorba de metode care, fără a fi contestate, au fost utilizate frecvent în discuțiile referitoare la interpretarea teoriei cuantice. În principal, eu critic aici *utilizarea apologetică* a experimentelor imaginare, și nu anumite teorii particulare, pentru susținerea cărora au fost propuse astfel de experimente[1]. Nu vreau in nici un caz să las impresia că pun la îndoială rodnicia experimentelor imaginare.

(1) Unul dintre cele mai importante experimente imaginare din istoria filozofiei naturii și în același timp unul dintre cele mai simple și mai ingenioase din istoria gîndirii raționale asupra universului se găsește în critica făcută de Galilei teoriei aristotelice a mișcării[2]. Galilei respinge presupunerea lui Aristotel că viteza naturală a unui corp mai greu este mai mare decît a unuia mai ușor. „Dacă luăm două corpuri în mișcare, argumentează personajul lui Galilei, ale căror viteze naturale sînt diferite, atunci este evident că legîndu-le unul de celălalt, cel rapid va fi împiedicat într-o oarecare măsură de cel lent, iar ultimul va fi accelerat de către cel rapid". Să zicem că „o piatră mai mare se mișcă cu o viteză de opt pași și una mai mică cu o viteză de patru, atunci, după legarea lor, viteza sistemului compus va fi mai mică de opt pași. Dar cele două pietre legate alcătuiesc o piatră și mai mare decît prima, care se deplasează cu viteza de opt pași. *De aici urmează că (deși mai greu decît primul corp singur) corpul compus se va deplasa mai lent decît acesta* ceea ce contrazice supoziția ta[3]. Și, deoarece supoziția aristotelică este cea care a constituit punctul de plecare al argumentării, ea este de acum respinsă: s-a arătat că este absurdă.

Consider că experimentul imaginar al lui Galilei este un model perfect de cea mai bună utilizare a experimentărilor imaginare. Este vorba de *utilizarea critică*. Nu vreau totuși să susțin prin aceasta că experimentele imaginare nu pot fi utilizate *decît* așa. Mai există, în special, o *utilizare euristică*,

---

[1] În particular, nu vreau să critic aici nici teoria cuantică și nici vreuna dintre interpretările ei.

[2] Galilei însuși spune cu mîndrie despre argumentarea sa (el pune aceste cuvinte pe seama lui Simplicio): „Într-adevăr, argumentarea sa este extrem de bine condusă". Cf. *Dialogues Concerning Two New Sciences*, 1638, p. 109 (p. 66 din *Opere Complete*, XII, 1855 și p. 64 și 62 din ediția engleză a lui Crew și Salvio, 1914).

[3] *Op. cit.*, p. 107 (1638), p. 65 (1855), p. 63 (1914).

care este deosebit de valoroasă. Dar sînt posibile şi utilizări de mai mică valoare.

Un exemplu vechi, pentru ceea ce eu numesc utilizarea euristică a experimentelor ideale, îl constituie baza euristică a atomismului. Să ne imaginăm că luăm o bucată de aur sau de altă substanţă şi o tăiem în bucăţi tot mai mici „pînă cînd ajungem la bucăţi atît de mici, încît acestea nu mai pot fi tăiate în continuare": acesta este un experiment imaginar, care este utilizat pentru a explica „atomii indivizibili". Experimentele imaginare euristice au căpătat o importanţă deosebită în termodinamică (ciclul lui Carnot) şi au ajuns, în ultimul timp, oarecum la modă, prin rolul pe care îl joacă în teoria relativităţii şi în teoria cuantică. Unul dintre cele mai potrivite exemple de acest tip este experimentul lui Einstein cu ascensorul accelerat: el ilustrează echivalenţa locală a acceleraţiei şi a gravitaţiei şi îndreptăţeşte presupunerea că razele de lumină se curbează într-un cîmp gravitaţional. Această utilizare este importantă şi legitimă.

Scopul principal al acestei note este de a avertiza împotriva a ceea ce se poate numi *utilizarea apologetică a experimentului imaginar*. Din perspectivă istorică, această utilizare începe cu discuţia referitoare la comportarea riglelor şi a cronometrelor în cadrul teoriei speciale a relativităţii. Astfel de experimente au fost utilizate la început pentru ilustrarea şi prezentarea teoriei, ceea ce era întru totul legitim. Mai tîrziu însă, şi în special în discuţiile referitoare la teoria cuantică, ele au fost utilizate ocazional şi ca argumente, atît cu scop critic, cît şi cu scop defensiv, apologetic. (Un rol important în dezvoltarea acestora l-a jucat microscopul imaginar al lui Heisenberg, prin care s-ar putea observa electronii. Vezi mai jos punctele 9 şi 10.)

Utilizarea experimentelor imaginare ca argumente critice este fără îndoială legitimă: se încearcă cu ajutorul acestora să se dovedească faptul că autorul unei teorii nu a recunoscut anumite posibilităţi. Dar este clar că atunci şi adversarul are dreptul să se opună unor astfel de obiecţii critice demonstrînd, de exemplu, că experimentul imaginar propus este, în principiu, imposibil şi că, cel puţin în acest caz, nu a fost trecută cu vederea nici o posibilitate[4]. Un experiment imaginar conceput în spirit critic — care trebuie să demonstreze că anumite posibilităţi au fost omise din formularea teoriei — este de obicei permis, dar trebuie să fim extrem de atenţi la ripostă: este important, în special, ca în reconstrucţia experimentului controversat, întreprinsă pentru apărarea teoriei, să nu se introducă *nici o idealizare* sau alte supoziţii speciale, decît dacă sînt favorabile oponentului sau dacă orice oponent care utilizează experimentul imaginar în discuţie le-ar accepta.

(2) În genere, consider că utilizarea argumentativă a experimentelor ideale este legitimă numai atunci cînd punctul de vedere al oponentului este exprimat clar şi cînd este respectată regula că *idealizările introduse trebuie să fie concesii făcute adversarului sau să fie cel puţin acceptabile pentru acesta.* De exemplu, în cazul ciclului lui Carnot toate idealizările introduse măresc eficacitatea maşinii, astfel încît adversarul teoriei — care susţine că o maşină ter-

---

[4] În felul acesta mi-a dovedit de exemplu Einstein într-o scrisoare (reprodusă în anexa *XII) că experimentul meu din secţiunea 77 (vezi nota *3 la acest paragraf) este în principiu imposibil.

mică poate produce lucru mecanic fără a transfera căldura de la o temperatură mai înaltă la una mai joasă — trebuie să admită că este vorba de concesii. În cadrul unei argumentări critice sînt permise numai acele idealizări care nu încalcă această regulă.

(3) Această regulă poate fi aplicată, de exemplu, la discuţia stîrnită de experimentul ideal al lui Einstein, Podolski şi Rosen. (Un scurt rezumat al argumentaţiei celor trei fizicieni îl dă Einstein într-o scrisoare reprodusă aici în anexa *XII. Observaţii suplimentare la această discuţie se găsesc în *Post-scriptum*-ul meu, paragraful *109.) Einstein, Podolski şi Rosen încearcă, în argumentarea lor critică, să introducă idealizări acceptabile pentru Bohr, iar Bohr, în replica sa, nu pune la îndoială legitimitatea acestor idealizări. Ei introduc (cf. paragraful *109 şi Anexa *XII) două particule *A* şi *B*, care interacţionează astfel încît teoria ne permite, pe baza măsurării poziţiei (sau a impulsului) lui *B*, să calculăm poziţia (sau impulsul) lui *A*, dar *A*'s-a îndepărtat între timp şi nu mai poate fi perturbată de măsurarea lui *B*. Prin urmare, impulsul (sau poziţia) particulei *A* nu poate să fie incertă — sau „estompată" pentru a folosi o expresie a lui Schrödinger—, cum afirmă Heisenberg[5]. Bohr, în replica sa, operează cu ideea că măsurarea unei poziţii este posibilă numai cu ajutorul „unui instrument *fixat rigid pe suportul care defineşte cadrul de referinţă spaţial*", în timp ce măsurarea impulsului se realizează cu ajutorul unei diafragme *mobile*, al cărei „impuls... este măsurat atît înainte cît şi după trecerea particulei"[6]. Bohr argumentează că, prin alegerea unuia dintre cele două cadre de referinţă, pierdem „orice posibilitate" de a mai utiliza celălalt cadru de referinţă la cercetarea aceluiaşi sistem fizic. Dacă îl înţeleg bine, el consideră că, chiar dacă particula *A* nu este perturbată, coordonatele sale pot fi perturbate prin perturbarea *cadrului de referinţă*.

(4) Consider inacceptabilă replica lui Bohr din cel puţin trei motive.

În primul rînd, înainte de experimentul imaginar al lui Einstein, Podolski şi Rosen, motivul dat pentru perturbarea poziţiei sau a impulsului unui sistem constă în faptul că sistemul este perturbat prin măsurare. Se pare că Bohr lasă să cadă, în mod tacit, acest argument, pentru a-l înlocui cu afirmaţia (mai mult sau mai puţin explicată) că motivul perturbării rezidă în faptul că noi perturbăm cadrul de referinţă, sistemul de coordonate, dar nu însuşi sistemul fizic. Această schimbare este prea importantă pentru a i se permite să treacă neobservată. Ar trebui recunoscut în mod explicit că afirmaţia originară a fost respinsă prin experimentul imaginar şi ar trebui arătat apoi de ce nu este suprimat prin aceasta principiul pe care se bazează această afirmaţie originară.

---

[5] Heisenberg s-a gîndit, fireşte, numai la perturbarea *unei singure* particule, cea măsurată. Einstein, Podolski şi Rosen arată că perturbarea trebuie extinsă şi la o altă particulă — la aceea cu care a fost, la un moment dat, în interacţiune particula măsurată, poate cu ani în urmă. Dar, dacă aceasta e situaţia, atunci cum poate fi evitată afirmaţia că o singură observaţie perturbă totul — întreaga lume? Răspunsul este, se pare, că din cauza „reducerii pachetului de unde" observaţia distruge vechea *imagine* a sistemului şi creează, în acelaşi timp, una nouă. Deci nu lumea este perturbată, ci numai modul în care ne-o reprezentăm. Replica lui Bohr, care urmează în text, ilustrează tocmai un astfel de răspuns.

[6] BOHR, „*Physical Review*", *48*, 1935, p. 696—702. Citatele sînt extrase de la p. 700 şi 699 (sublinierile îmi aparţin).

În acest context nu trebuie să uităm care a fost scopul experimentului imaginar al lui Einstein, Podolski şi Rosen. El urmăreşte să respingă numai anumite *interpretări ale relaţiilor de incertitudine*, dar în nici un caz relaţiile înseşi. Într-un anumit sens prin replica lui Bohr se recunoaşte, deşi nu explicit, că experimentul ideal şi-a atins scopul, căci Bohr încearcă să apere doar relaţiile de incertitudine însele: el renunţă la concepţia că măsurarea ar perturba şi „estompa" sistemul *A*. Afară de aceasta, se poate merge mai departe pe linia trasată de Einstein, Podolski şi Rosen, admiţînd că putem (în mod accidental) să măsurăm în acelaşi timp poziţia lui *A* cît şi impulsul lui *B*. Obţinem atunci *pentru acest moment* al timpului poziţia *şi* impulsul lui *A* şi *B* (admiţînd că impulsul lui *A* şi poziţia lui *B* sînt perturbate prin această măsurătoare). Dar aceasta este suficient pentru demonstrarea tezei lui Einstein, Podolski şi Rosen că este incorect să se interpreteze, relaţiile de incertitudine în sensul că sistemul nu poate să aibă în acelaşi timp atît o poziţie precisă, cît şi un impuls precis — chiar dacă trebuie să admitem că ele nu pot fi *prevăzute* în acelaşi timp. (O interpretare care ţine cont de toate acestea se găseşte în *Postscriptum*-ul meu.)

În al doilea rînd, argumentul lui Bohr că noi ne-am fi „desprins" de celălalt sistem de referinţă, pare a fi *ad hoc*. Căci este în mod evident posibil să măsurăm impulsul spectroscopic (fie direct, fie cu ajutorul efectului Doppler), iar spectroscopul va fi rigid fixat în acelaşi sistem de referinţă ca şi primul „instrument". (Faptul că spectroscopul absoarbe particula *B* nu este esenţial pentru argumentarea care se referă la soarta lui *A*.) Un dispozitiv cu sistem de referinţă mobil nu poate fi acceptat deci ca o parte esenţială a experimentului.

În al treilea rînd, Bohr nu explică cum trebuie să fie măsurat impulsul lui *B* cu ajutorul diafragmei sale mobile. Într-unul din ultimele sale articole, el descrie o metodă, pe care eu o consider însă tot inadmisibilă[7]. Căci această metodă constă în a măsura (de două ori) *poziţia* unei „diafragme cu o fantă ... suspendată cu ajutorul unor resorturi uşoare pe o suprafaţă fixă[8]; dar, deoarece măsurarea impulsului cu ajutorul unui astfel de dispozitiv depinde de măsurarea poziţiei, ea nu-i oferă lui Bohr nici un argument contra lui Einstein, Podolski şi Rosen, şi nici altfel nu promite vreun succes. Căci, în felul acesta, impulsul nu poate fi măsurat „cu precizie atît înainte cît şi după trecerea" lui *B*[9]; prima dintre aceste măsurători ale impulsului (deoarece utilizează o măsură a *poziţiei*) va perturba impulsul diafragmei; ea va fi deci numai retrospectivă şi nu va fi de nici un folos pentru calcularea impulsului pe care îl are diafragma în momentul care precede nemijlocit interacţiunea cu *B*.

Prin urmare, reiese că Bohr, în riposta lui, nu a respectat regula după care nu este permisă decît introducerea acelor idealizări sau presupoziţii speciale, care sînt favorabile adversarului (făcînd abstracţie de faptul că nu este deloc clar, ce a vrut el de fapt să conteste).

(5) După cum se observă, de aceste experimente ideale este legat un mare pericol, anume acela de a înainta cu analiza numai cît ne este necesar pentru

---

[7] Vezi contribuţia lui Bohr în ALBERT EINSTEIN, *Philosopher Scientist*, ed. P. A. Schilpp, 1949, în special diagrama de la p. 220.

[8] *Op. cit.*, p. 219.

[9] BOHR, „*Physical Review*", *48*, 1935, p. 669.

scopul urmărit şi nu mai departe — un pericol care un poate fi evitat, decît cu condiţia respectării stricte a regulii dată mai sus.

Există multe cazuri asemănătoare, şi mă voi referi aici la unele dintre ele, pe motivul că le consider instructive.

(6) Pentru a combate un experiment ideal critic al lui Einstein, care se baza pe cunoscuta formulă a acestuia $E=mc^2$, Bohr utilizează argumente din teoria gravitaţiei a lui Einstein (adică din teoria generală a relativităţii)[10]. Dar $E=mc^2$ poate fi derivată din teoria specială a relativităţii şi chiar din argumente nerelativiste. În orice caz, presupunînd că $E=mc^2$, nu presupunem prin aceasta şi validitatea teoriei gravitaţiei a lui Einstein. Prin urmare, dacă ar trebui să acceptăm, cum afirma Bohr, anumite formule caracteristice ale teoriei gravitaţiei a lui Einstein, pentru a salva noncontradicţia teoriei cuantice (în legătură cu formula $E=mc^2$), atunci faptul acesta ne-ar duce la afirmaţia curioasă că teoria cuantică contrazice teoria gravitaţiei a lui Newton şi mai departe la afirmaţia şi mai curioasă că valabilitatea teoriei gravitaţiei a lui Einstein (sau cel puţin formulele caracteristice utilizate, care ţin de teoria cîmpului gravific) pot fi derivate din teoria cuantică. Eu consider că nici măcar cei care sînt pregătiţi să accepte acest rezultat nu vor fi mulţumiţi de el.

Deci avem de-a face din nou cu un experiment imaginar, în care se fac presupuneri extravagante cu intenţia apologetică.

(7) Replica lui David Bohm la experimentul lui Einstein, Podolski şi Rosen mi se pare de asemenea foarte nesatisfăcătoare[11]. Bohm consideră că trebuie să demonstreze că particula A a lui Einstein, care s-a îndepărtat de B şi de aparatul de măsură, devine totuşi „estompată" în poziţie (sau în impuls), dacă se măsoară impulsul (sau poziţia) lui B. Pentru aceasta, Bohm se străduieşte să dovedească faptul că A, deşi s-a îndepărtat, este perturbată într-un mod imprevizibil. El încearcă să arate astfel că teoria lui concordă cu interpretarea dată de Heisenberg relaţiilor de nedeterminare. Dar acest lucru nu-i reuşeşte dacă ţinem seama de faptul că o mică extindere a experimentului lui Einstein, Podolski şi Rosen ne oferă posibilitatea de a determina în acelaşi timp poziţia *şi* impulsul lui A şi B, chiar dacă rezultatul acestei determinări are semnificaţie predictivă numai pentru poziţia unei particule şi pentru impulsul celeilalte. Căci, aşa cum s-a explicat la punctul (4) putem măsura poziţia lui B şi altcineva, la distanţă faţă de noi, poate măsura impulsul lui A întîmplător în aceeaşi clipă sau, în orice caz, înainte ca vreun efect perturbator al măsurării de către noi a lui B să poată ajunge într-un fel oarecare la A. De aici decurge însă în mod evident că încercarea lui Bohm de a salva presupunerea lui Heisenberg că noi perturbăm pe A este ratată.

Replica lui Bohm la această obiecţie este conţinută implicit în afirmaţia lui că efectul de perturbare se propagă cu o viteză mai mare decît viteza luminii sau probabil chiar instantaneu (*cf.* comentariul lui Heisenberg despre vi-

---

[10] Bohr, în ALBERT EINSTEIN, *op. cit.* Cazul este discutat de la p. 225 pînă la 228. O indicaţie despre incorectitudinea acestui argument i-o datorez Doctorului Y. Agassi. Trebuie să amintim că „echivalenţa" $m_i=m_g$ este o parte a teoriei lui Newton.

[11] Vezi D. BOHM, „*Phys. Rev.*", *85*, 1951, p. 166 şi urm., 180 şi urm.; vezi în special p. 186 şi urm. (După cum am aflat, Bohm nu mai susţine unele dintre punctele de vedere expuse în lucrarea criticată aici. Dar eu consider că, cel puţin o parte din criticile mele pot fi aplicate şi la teoriile sale ulterioare.

teza mai mare decît a luminii, din paragraful 76); o presupunere care este sprijinită de presupunerea suplimentară că acest efect nu poate fi folosit la transmiterea semnalelor. Dar ce se întîmplă *realmente*, dacă cele două măsuri sînt efectuate simultan? Începe oare particula, pe care observatorul o vede prin microscopul lui Heisenberg, să-i joace înaintea ochilor? Şi dacă se petrece acest lucru, atunci acesta nu este un semnal? (Acest efect de perturbare, ca şi „Reducţia pachetului de unde", nu ţine de formalismul lui Bohm, ci de interpretarea lui.)

(8) Un exemplu similar îl constituie replica lui Bohm faţă de un alt experiment ideal critic al lui Einstein (care relua astfel critica pe care Pauli o face teoriei undei pilot a lui de Broglie[12].)

Einstein propune să considerăm o „particulă" macroscopică (care poate fi un obiect mare, să zicem o bilă de biliard), care se mişcă încoace şi încolo cu o anumită viteză constantă între doi pereţi paraleli (care le respinge prin elasticitatea lor). Einstein arată că acest sistem poate fi reprezentat în teoria lui Schrödinger printr-o undă staţionară, şi în plus, că teoria undei pilot a lui de Broglie sau aşa-numita „interpretare cauzală a teoriei cuantice" a lui Bohm duc la rezultatul paradoxal (semnalat mai întîi de Pauli) că viteza particulei (a bilei de biliard) dispare. Cu alte cuvinte, pe baza acestei teorii, ipoteza noastră iniţială, că particula se deplasează cu o anumită viteză arbitrară, duce pentru orice viteză aleasă la concluzia că viteza este nulă şi deci că particula nu se mişcă.

Bohm acceptă această concluzie şi răspunde astfel: „Exemplul lui Einstein se referă la o particulă, care se *mişcă liber* între doi pereţi perfect netezi şi elastici[13]. (Nu este nevoie să intrăm aici în toate amănuntele acestui experiment.) „Dar, în interpretarea cauzală a teoriei cuantice" — adică în interpretarea lui Bohm — „... particula este în *repaus*", scrie Bohm şi adaugă: dacă vrem să *observăm* particula, atunci declanşăm („trigger") un proces care pune particula în mişcare[14]. Dar ideea referitoare la *observaţie* nu este relevantă, oricare ar fi meritele ei. Relevant este numai faptul că interpretarea lui Bohm imobilizează particula în mişcare liberă. Argumentul său se reduce la afirmaţia că particula nu se poate mişca între cei doi pereţi atîta timp cît nu este observată. Căci ipoteza după care particula se *mişcă* aşa îl duce pe Bohm la concluzia că este în *repaus* şi ar fi nevoie de o observaţie pentru a fi pusă în mişcare. Acest efect de imobilizare a fost menţionat de către Bohm, dar fără a fi discutat. În schimb, el afirmă că deşi *particula* nu se mişcă, observaţiile noastre ne-o vor arăta ca mişcîndu-se (dar această problemă nu era în discuţie). El construieşte apoi un experiment imaginar cu totul nou, descriind modul în care observaţia noastră — semnalul radar sau fotonul utilizat pentru observarea vitezei particulei — poate declanşa mişcarea dorită. În primul rînd, din nou, nu aceasta a fost problema. Şi, în al doilea rînd, Bohm nu explică cum înlesneşte fotonul, care declanşează mişcarea, observarea particulei *în faza deplinei sale viteze proprii* (şi nu în faza accelerării spre viteza ei proprie). Căci aceasta

[12] Vezi A. EINSTEIN, în: *Scientific Papers Presented to Max Born*, 1953, p. 33 şi urm., în special p. 39.

[13] D. Bohm, în acelaşi volum, p. 13; sublinierea este a mea.

[14] *Op. cit.*, p. 14; vezi şi nota a doua de la aceeaşi pagină.

pare să ceară ca particula (care poate fi cît de rapidă şi grea dorim) să-şi cîştige şi să-şi manifeste viteza deplină în intervalul de timp extrem de scurt al interacţiunii sale cu fotonul care declanşează mişcarea. Toate acestea sînt ipoteze introduse *ad hoc*, pe care puţini din adversarii lui Bohm le vor accepta.

Dar experimentul lui Einstein poate fi perfecţionat, dacă în loc de una vom lucra cu două particule (sau bile de biliard), dintre care una se mişcă încolo şi încoace între partea stîngă a peretelui şi mijlocul cutiei, pe cînd cealaltă, între mijloc şi marginea dreaptă a cutiei. În mijlocul cutiei particulele se ciocnesc elastic. Acest exemplu conduce din nou la undele staţionare şi deci la dispariţia vitezei; critica lui Pauli şi Einstein îşi păstrează valabilitatea. Dar pentru efectul declanşator de mişcare, despre care a vorbit Bohm, această nouă situaţie este şi mai precară. Să presupunem că observăm particula din stînga, deoarece o bombardăm cu un foton care vine din stînga. Acesta va perturba (după Bohm) forţele de echilibru, care menţin particula în repaus, iar particula va începe să se mişte, probabil de la stînga la dreapta. Dar, deşi am perturbat numai particula din stînga, cea din dreapta trebuie să se mişte şi ea, în acelaşi timp, dar în direcţia opusă. Ar fi prea mult să cerem unui fizician să admită că toate aceste procese ar fi posibile şi ar trebui admise *ad hoc*, numai pentru a evita consecinţele argumentării lui Pauli şi Einstein.

Consider că Einstein i-ar fi putut răspunde lui Bohm după cum urmează.

În cazul de faţă sistemul nostru fizic a fost o bilă mare, macroscopică. Nu exista nici un motiv care să justifice de ce nu ar fi aplicabilă într-un astfel de caz teoria clasică uzuală a măsurii. Şi această teorie se potriveşte cu experienţa conform aşteptărilor noastre.

Dar făcînd cu totul abstracţie de măsură, putem oare afirma cu toată seriozitatea că o bilă în mişcare oscilatorie (sau două bile care oscilează în dispozitivul simetric descris mai sus), *nu poate* pur şi simplu *să existe* dacă nu este observată? Sau, altfel spus, se poate afirma în mod serios că ipoteza după care bila se mişcă sau oscilează fără să fie observată trebuie să ducă la concluzia că ea nu face acest lucru? Şi ce se petrece dacă bila, *după* ce a fost pusă în mişcare prin observaţia noastră, nu mai este perturbată în mod asimetric, astfel încît sistemul redevine staţionar? Se opreşte particula tot atît de brusc, pe cît a pornit? Iar energia ei se transformă în energie a cîmpului? Sau procesul este ireversibil?

Chiar dacă admitem că la toate aceste întrebări s-ar putea răspunde într-un fel oarecare, ele ilustrează, după părerea mea, semnificaţia criticii lui Pauli şi Einstein şi a utilizării critice a experimentelor imaginare, în special a experimentului lui Einstein, Podolski şi Rosen. Şi consider că ele alcătuiesc un bun exemplu pentru pericolul utilizării apologetice a experimentelor imaginare.

(9) Pînă aici am discutat problema *perechilor de particule*, introduse în discuţie de Einstein, Podolski şi Rosen. Revin acum la unele experimente imaginare mai vechi, în care intervine numai o particulă. Din această categorie face parte, de exemplu, renumitul *microscop imaginar* al lui Heisenberg, prin care „observăm“ electronii şi le putem „măsura“ fie poziţia, fie impulsul. Puţine experimente imaginare au avut o influenţă atît de puternică asupra gîndirii fizice.

Cu ajutorul experimentului său imaginar, Heisenberg a încercat să demonstreze diferite teze, dintre care voi menţiona aici trei: (a) interpretarea rela-

ţiilor de incertitudine ale lui Heisenberg, după care acestea stabilesc *limite de netrecut pentru exactitatea măsurătorilor noastre*; (b) *perturbarea* obiectului măsurat prin procesul de măsurare, *fie că se măsoară poziţia, fie că se măsoară impulsul*; şi (c) *imposibilitatea de a controla prin teste „traiectoria“ spaţio-temporală* a particulei. Consider că *argumentele* lui Heisenberg în sprijinul acestor teze sînt în mod evident de nesusţinut, indiferent dacă tezele însele sînt sau nu false. Aceasta, deoarece Heisenberg *nu reuşeşte să demonstreze că măsurarea poziţiei şi a impulsului sînt simetrice*, şi anume simetrice faţă de perturbarea obiectului măsurat prin actul măsurării. Heisenberg *arată într-adevăr* cu ajutorul experimentului său că pentru măsurarea *poziţiei* electronului trebuie utilizată lumină de înaltă frecvenţă, adică fotoni cu energie mare, ceea ce înseamnă că noi transmitem electronului un impuls necunoscut şi astfel îl *perturbăm*, imprimîndu-i, ca să zicem aşa, un şoc violent. Dar Heisenberg *nu arată* că situaţia este analogă, dacă în locul poziţiei vrem să măsurăm *impulsul* electronului. Căci în acest caz, spune Heisenberg, trebuie să observăm electronul cu ajutorul luminii de joasă frecvenţă — o frecvenţă atît de joasă, *încît să putem presupune că nu perturbăm impulsul electronului prin observaţia respectivă*. Observaţia rezultată, care pune în evidenţă impulsul, nu pune în evidenţă poziţia electronului, care rămîne astfel nedeterminată.

Să considerăm acum acest ultim argument. El nu conţine afirmaţia că noi am perturbat (sau „estompat“) poziţia electronului, căci Heisenberg afirmă doar faptul că noi n-am reuşit s-o *determinăm*. De aici rezultă că noi n-am perturbat deloc sistemul (sau atît de puţin că putem neglija perturbaţia): am utilizat fotoni cu un nivel energetic atît de scăzut, încît nu dispuneam pur şi simplu de suficientă energie pentru perturbarea electronului. Prin urmare, în cadrul experimentului ideal al lui Heisenberg, *cele două cazuri — măsurarea poziţiei şi măsurarea impulsului — nu sînt nici analoge, nici simetrice.* Acest fapt este totuşi mascat de vorbăria curentă (pozitivistă, operaţionalistă sau instrumentalistă) referitoare la „rezultatele măsurătorii“, a căror incertitudine ar fi simetrică în ce priveşte poziţia şi impulsul. În numeroasele discuţii referitoare la acest experiment — începînd cu discuţia deschisă chiar de Heisenberg — se presupune în mod consecvent că argumentul său ar demonstra *simetria perturbaţiilor*. (În cadrul formalismului său simetria dintre poziţie şi impuls este desigur perfectă, dar aceasta nu înseamnă că poate fi justificată prin experimentul imaginar al lui Heisenberg.) În felul acesta, se admite, cu totul nejustificat, că măsurînd impulsul electronului cu microscopul lui Heisenberg, *perturbăm poziţia acestuia*, şi că acest „efect perturbator“ a fost dovedit prin interpretarea dată de Heisenberg experimentului său imaginar.

Experimentul meu imaginar din paragraful 77 al acestei lucrări se bazează în mare măsură pe asimetria semnalată în experimentul lui Heisenberg. (Vezi nota *1 la anexa VI). Experimentul meu nu poate fi susţinut, deoarece asimetria răstoarnă întreaga discuţie a lui Heisenberg asupra măsurătorii; numai măsurătorile care rezultă din *selecţia fizică* (cum o numesc eu) pot fi utilizate pentru a ilustra *relaţiile* lui Heisenberg. Şi, aşa cum am arătat în paragraful 76, selecţia fizică trebuie să satisfacă întotdeauna „relaţiile de împrăştiere“. (*Selecţia* fizică perturbă *realmente* sistemul.)

Dacă ar fi posibile „măsurătorile“ lui Heisenberg, atunci am putea controla chiar impulsul unui electron între două măsurători ale poziţiei, fără să-l

perturbăm, ceea ce — contrar punctului (c) de mai sus — ne-ar permite de asemenea să controlăm (parţial) „traiectoria“ sa spaţio-temporală, care poate fi calculată pe baza celor două măsurători ale poziţiei.

Caracterul inadecvat al argumentaţiei lui Heisenberg a rămas atîta timp neobservat datorită, fără îndoială, faptului că *formele* de incertitudine decurg din formalismul teoriei cuantice (din ecuaţia de undă) şi că acest formalism implică şi simetria între poziţia (q) şi impuls (p). Aceasta ar putea să explice de ce numeroşi fizicieni au neglijat să examineze cu toată atenţia cuvenită experimentul imaginar al lui Heisenberg. Ei nu l-au luat în serios, ci l-au considerat numai ca exemplu pentru ilustrarea unei formule deductibile. Eu susţin că este vorba de un exemplu greşit — tocmai fiindcă nu lămureşte simetria dintre poziţie şi impuls. Şi, fiind un exemplu greşit, el este cu totul inadecvat ca bază pentru interpretarea acestor formule — fără să mai vorbim de interpretarea întregii mecanici cuantice.

(10) Influenţa imensă a experimentului ideal al lui Heisenberg se datoreşte, sînt convins de acest lucru, faptului că autorului acestui experiment i-a reuşit să ne sugereze prin acest experiment o nouă imagine metafizică a lumii fizice şi, în acelaşi timp, să respingă metafizica. (El satisfăcea astfel o curioasă trebuinţă ambivalentă de care este obsedată epoca noastră post-raţională: nevoia de a-şi ucide tatăl — adică metafizica —, dar şi de a-l păstra totuşi neatins într-o altă formă şi a-l feri de orice critică. Unii fizicieni, care se ocupă cu mecanica cuantică, lasă impresia că pentru ei tatăl acesta ar fi Einstein.) Imaginea metafizică a lumii, pe care o sugerează oarecum interpretarea dată de Heisenberg experimentului în discuţie, fără a fi bineînţeles prezentată undeva în mod clar, poate fi exprimată astfel: *Lucrul în sine este incognoscibil.* Noi nu-i putem cunoaşte decît manifestările aparente, care (cum arătase Kant) trebuie înţelese ca provenind din lucrul în sine şi din aparatul nostru perceptiv. Aparenţele sînt rezultatul unui fel de interacţiune între lucrurile în sine şi noi. De aceea, unul şi acelaşi lucru poate să ne apară în diferite forme, în funcţie de modul diferit în care îl percepem, îl observăm şi intrăm în interacţiune cu el. Noi încercăm, să prindem într-o cursă, ca să zicem aşa, lucrul în sine, dar nu reuşim aceasta niciodată, ci prindem în cursele noastre numai aparenţele. Putem pune fie o cursă clasică pentru particule, fie o cursă clasică pentru unde („clasică“, deoarece o putem construi şi amplasa ca pe o cursă clasică de şoareci); şi în măsura în care declanşează cursa şi intră în interacţiune cu ea, lucrul este determinat să ia forma unei particule sau a unei unde. Există o simetrie între cele două aparenţe sau cele două moduri de a prinde lucrul în cursă. În afară de aceasta, noi nu trebuie doar să stimulăm lucrul prin punerea cursei, ca să ia una din cele două forme ale aparenţei de tip fizic clasic, ci trebuie să alimentăm cursa şi cu energie—energie necesară pentru o realizare clasic fizică a lucrului în sine incognoscibil (pentru întruchiparea lui, ca să zicem aşa). În felul acesta respectăm legile conservării, care rămîn nelezate.

Aceasta este imaginea metafizică pe care ne-o sugerează Heisenberg şi probabil Bohm.

În principiu, nu sînt împotriva unei astfel de metafizici (deşi nu mă simt atras de un asemenea amestec de pozitivism şi transcendentalism). Şi nu sînt împotriva faptului că aceasta ne este transmisă în formă metaforică.

Protestez însă împotriva răspîndirii aproape inconştiente a acestei imagini metafizice, combinată adesea cu proclamaţii antimetafizice. Cred că această imagine nu trebuie să pătrundă în conştiinţă pe neobservate şi să fie însuşită deci în mod necritic.

Este interesant, cred, că o bună parte din lucrările lui David Bohm par inspirate de această metafizică. Opera lui ar putea fi interpretată ca o încercare curajoasă de a construi o teorie fizică, care să clarifice şi să expliciteze această metafizică ceea ce este demn de admirat. Dar mă întreb totuşi, dacă această idee metafizică este suficient de bună şi merită cu adevărat truda, căci (aşa cum am văzut) experimentul ideal al lui Heisenberg, sursa intuitivă a întregii discuţii, este cu totul îndoielnic.

Mi se pare că există o legătură destul de clară între „principiul complementarităţii" al lui Bohr şi această concepţie metafizică despre o realitate incognoscibilă. Concepţia ne sugerează „renunţarea" (un cuvînt preferat al lui Bohr) la străduinţa de a cunoaşte şi restrîngerea cercetărilor noastre fizice la aparenţe şi la relaţiile lor reciproce. Dar nu vreau să mai insist aici asupra acestei legături, ci mă rezum la discutarea cîtorva argumente în favoarea complementarităţii, care se bazează de asemenea pe experimente ideale.

(11) În legătură cu acest „principiu al complementarităţii" (despre care tratez pe larg în *Postscriptum*; *cf.* şi lucrarea mea *Three Views Concerning Human Knowledge*, 1956, republicată în *Conjectures and Refutations*, 1963 şi 1965), Bohr a analizat un mare număr de experimente ideale într-o manieră la fel de apologetică. Fiindcă formulările date de Bohr pentru principiul complementarităţii sînt vagi şi greu de discutat, voi recurge la o carte cunoscută şi în multe privinţe excelentă, *Anschauliche Quantentheorie* a lui P. Jordan (în care a fost discutată, dealtfel, pe scurt şi lucrarea mea *Logik der Forschung*)[15].

Jordan formulează conţinutul (de fapt o parte din conţinutul) principiului complementarităţii în strînsă legătură cu problema *dualismului dintre particulă şi undă*. El scrie: „Un experiment oarecare care ar pune în evidenţă *în acelaşi timp* proprietăţi ondulatorii şi corpusculare ale luminii nu ar fi în contradicţie numai cu teoria clasică (cu *astfel de* contradicţii a trebuit să ne obişnuim deja), ci ar fi în plus şi absurd din punct de vedere *logico-matematic*"[16].

Jordan dă ca exemplu pentru acest principiu celebrul experiment al celor două fante. (Vezi vechea anexă V.) „De la o sursă luminoasă porneşte o lumină monocromatică care cade pe un ecran negru prevăzut cu două deschizături paralele apropiate; lumina care va străbate prin deschizături va fi înregistrată pe o placă fotografică. Să presupunem, *pe de o parte*, că cele două deschizături şi distanţa dintre ele sînt destul de mici (faţă de lungimea undelor luminoase) pentru a fi înregistrată pe placa fotografică o interferenţă a luminii care a pătruns prin cele două deschizături, şi, pe de altă parte, că ar fi posibil, prin intermediul unor dispozitive experimentale, să se stabilească pentru fiecare foton individual prin *care* dintre cele două deschizături a pătruns"[17].

Jordan afirmă, „că cele două ipoteze sînt contradictorii"[18].

---

[15] JORDAN, *Anschauliche Quantentheorie*, 1936, p. 282.
[16] *Op. cit.*, p. 115.
[17] *Op. cit.*, p. 115 şi urm. (sublinierile sînt ale lui Jordan).
[18] *Op. cit.*, p. 116.

Nu vreau să contest acest lucru, deşi contradicţia respectivă nu va fi o absurditate logico-matematică (ceea ce sugerează Jordan într-unul din citatele precedente); cele două ipoteze luate împreună contrazic mai degrabă formalismul mecanicii cuantice. Vreau să contest însă o altă teză a lui Jordan. El utilizează acest experiment pentru a ilustra formularea pe care o dă principiului complementarităţii. Se poate dovedi însă că experimentul însuşi, care trebuie să exemplifice principiul, îl respinge.

Să considerăm descrierea pe care o face Jordan experimentului celor două fante, lăsînd mai întîi deoparte ultima lui ipoteză, introdusă prin cuvintele „pe de altă parte". Obţinem în acest caz fenomenul de interferenţă înregistrat pe placa fotografică. Acesta este deci un experiment care „dovedeşte proprietăţile ondulatorii ale luminii". Presupunem în continuare că intensitatea luminii este atît de mică, încît fotonii lasă urme distincte pe placa fotografică. Cu alte cuvinte, intensitatea este atît de mică, încît interferenţa fişiilor poate fi analizată ca rezultat al distribuţiei de densitate a urmelor de fotoni individuali. Avem de-a face aici cu „un experiment" care „pune în evidenţă *în acelaşi timp*, proprietăţile corpusculare şi ondulatorii ale luminii", sau cel puţin pe unele dintre acestea. Experimentul realizează exact ceea ce trebuie să fie după Jordan „absurd din punct de vedere logico-matematic".

Este de la sine înţeles că, dacă am putea stabili prin care deschizătură a pătruns un anumit foton, atunci i-am putea determina traiectoria şi am putea spune că acest experiment (probabil imposibil) pune *şi mai mult* în evidenţă proprietăţile de particulă ale fotonului. Eu admit toate acestea, dar ele sînt cu totul irelevante. Căci principiul lui Jordan nu afirmă că *anumite* experimente, care par la început posibile, se dovedesc apoi imposibile — ceea ce este trivial — ci faptul că nu există în genere *nici un* experiment „care să pună în evidenţă *în acelaşi timp* proprietăţi ondulatorii şi corpusculare ale luminii". Iar această afirmaţie este, aşa cum am arătat, pur şi simplu falsă: ea este respinsă de *aproape toate* experimentele tipice ale mecanicii cuantice.

Dar ce a vrut să afirme de fapt Jordan? Că nu există nici un experiment care să pună în evidenţă *toate proprietăţile ondulatorii* şi *toate proprietăţile corpusculare* ale luminii? Este evident că nu aceasta putea să fie intenţia lui, din moment ce nu este posibil nici un experiment care să pună în evidenţă în acelaşi timp *toate* proprietăţile ondulatorii — chiar dacă renunţăm la orice dovadă referitoare la proprietăţile corpusculare. (Acelaşi lucru este valabil şi invers, în legătură cu *toate* proprietăţile corpusculare.)

Ceea ce deranjează cel mai mult în argumentarea lui Jordau, este caracterul ei arbitrar. Din cele spuse mai sus reiese clar că există unele proprietăţi ondulatorii şi unele proprietăţi corpusculare, pe care nu le poate combina nici un experiment. Jordan începe prin a generaliza acest fapt şi a-l formula ca principiu (pe care noi l-am respins, cel puţin în formularea lui Jordan). Principiul este ilustrat apoi printr-un experiment imaginar, despre care Jordan arată că este imposibil. Dar, după cum am văzut, acea parte a experimentului, pe care o admite oricine ca posibilă, respinge în realitate principiul sau cel puţin formularea pe care i-o dă Jordan.

Dar să examinăm mai de aproape a doua parte a experimentului imaginar, cea introdusă prin cuvintele „pe de altă parte". Dacă folosim un dispozitiv care să ne înlesnească să determinăm prin care deschizătură a trecut par-

ticula, atunci — se afirmă — distrugem interferenţa urmelor pe peliculă. De acord. Dar distrugem prin aceasta şi proprietăţile ondulatorii? Să considerăm dispozitivul cel mai simplu, să închidem una dintre fante. În acest caz, rămîn încă multe indicii ale proprietăţilor ondulatorii ale luminii. (Chiar cu ajutorul unei singure deschizături obţinem o distribuţie ondulatorie a densităţii.) Dar adversarii noştri admit acum că proprietăţile corpusculare se exprimă foarte bine, căci putem trasa acum „traiectoria" particulei.

(12) Din punct de vedere raţional, toate aceste argumente şi teze sînt inadmisibile. Nu mă îndoiesc că în spatele principiului complementarităţii al lui Bohr se ascunde o idee intuitivă interesantă. Dar nici Bohr însuşi şi nici un alt membru al şcolii lui nu a reuşit pînă acum s-o explice raţional, nici măcar acelor critici care, ca Einstein, s-au străduit ani de zile s-o înţeleagă[19].

Am impresia că aici este vorba de ideea metafizică expusă mai sus la punctul (10). S-ar putea ca eu să nu am dreptate şi ca Bohr să fi avut în vedere altceva. În orice caz, Bohr ne rămîne dator cu o explicaţie mai bună.

(13) *Adaos* (1968)

Părerile mele actuale despre mecanica cuantică (şi o scurtă bibliografie) se găsesc în lucrarea mea *Quantum Mechanics without „The Observer"* din Mario Bunge, *Quantum Theory and Reality*, 1967. Această lucrare corespunde în ceea ce este esenţial cu capitolul al IX-lea al prezentei cărţi (1934). În special *problema reducerii pachetului de unde* este rezolvată la fel ca la p. 214 de mai sus. A fost înlocuită însă *probabilitatea „formalistică"* de la p. 214 paragraful 71 prin *interpretarea probabilităţii ca măsură a tendinţei de realizare*: se arată că tendinţele de realizare pot fi concepute ca realităţi fizice, asemenea forţelor sau cîmpurilor de forţe.

---

[19] *Cf.* ALBERT EINSTEIN, *Philosopher-Scientist*, ed. P. S. Schilpp, 1949, p. 674.

Anexa *XII. *Experimentul lui Einstein, Podolski și Rosen*

O scrisoare a lui Albert Einstein din anul 1935.

Scrisoarea lui Einstein, reprodusă aici, infirmă scurt și definitiv experimentul meu imaginar nereușit din paragraful 77 al acestei cărți (el se referă și la o variantă dintr-o lucrare a mea nepublicată) și descrie apoi cu o claritate și o concizie remarcabilă experimentul imaginar al lui Einstein, Podolski și Rosen) (descris și la punctul (3) din anexa *XI).

Între aceste două puncte se găsesc unele observații în legătură cu relația dintre teorie și experiment în genere și în legătură cu influența ideilor pozitiviste asupra interpretării mecanicii cuantice.

Ultimul aliniat al scrisorii se ocupă cu o altă problemă tratată în cartea mea, și anume cu problema probabilităților subiective și a deducerii concluziilor statistice din ceea ce nu știm. În acest punct mai sînt încă de altă părere decît Einstein: după mine noi tragem aceste concluzii din presupoziții referitoare la distribuția egală (este vorba adesea de presupoziții foarte naturale, care de aceea probabil că nu se fac întotdeauna în mod conștient) și deci pornind de la premise probabilistice: din ceea ce nu știm, nu putem să deducem nici o probabilitate. Dacă *teoria* de bază este „deterministă" (cum spune Einstein) sau „probabilistică", nu are nici o importanță. Esențial este doar faptul că pentru a ajunge la concluzia noastră probabilistică, trebuie să introducem cel puțin *o* premisă probabilistică.

Executorii literari ai lui Einstein pretind ca, în cazul publicării unei traduceri a scrisorii, să fie publicat în același timp și textul original. Aceasta mi-a sugerat ideea de a reproduce scrisoarea lui Einstein în manuscris.

Old Lyme, 11.IX. 1935

Dragă D-le Popper,

Am examinat articolul și sînt în mare parte de acord cu *Dumneavoastră**. Dar nu cred că poate fi produs un „caz superpur" care ar permite prevederea poziției *și* a impulsului (culorii) unui foton cu o precizie „inadmisibilă". Consider că mijloacele dumneavoastră (un ecran cu un obturator instantaneu, în legătură cu un ansamblu selectiv de filtre de sticlă) sînt în principiu ineficace,

* Punct principal: funcția Ψ caracterizează un agregat statistic de sisteme **nu un singur** sistem. Acesta este de asemenea rezultatul considerațiilor expuse mai **jos. Acest punct de** vedere face de asemenea inutilă în mod particular distincția dintre cazurile **„pure" și „impure"**.

căci cred în mod ferm că un astfel de filtru „care perturbă poziţia" acţionează ca o grilă spectroscopică.

Argumentul meu este următorul. Imaginaţi-vă un scurt semnal luminos (avînd o poziţie precisă). Pentru a observa mai bine efectele filtrului absorbant, mi-l imaginez în mod pur formal ca fiind descompus într-un mare număr de succesiuni de unde cvasimonocromatice W_n. Ansamblul de filtre absorbante acţionează asupra fiecărei W_n (culori) cu excepţia lui W_1. Această grupă de unde are însă o extensiune considerabilă, căci este cvasimonocromatică („estompare" a poziţiei); şi aceasta înseamnă că filtrul va „estompa" în mod necesar poziţia.

Nu-mi place în genere tendinţa „pozitivistă" la modă, aceea de a ne mărgini la ceea ce este observabil. Eu consider trivial faptul că în domeniul atomic nu se pot face previziuni destul de precise, şi cred (ca şi dumneavoastră) că teoria nu poate fi fabricată din rezultatele de observaţie, ci ea poate fi numai inventată.

Nu am aici nici un exemplar din lucrarea mea, scrisă în colaborare cu domnii Rosen şi Podolski, dar vă pot spune pe scurt despre ce tratează.

Ne putem întreba dacă nu cumva caracterul statistic al descoperirilor noastre experimentale, conform teoriei cuantice actuale, *este determinat în primul rînd de intervenţiile din afară, care includ măsurători*, în timp ce sistemele ca atare — descrise printr-o funcţie ψ — se comportă în sine în mod determinist. Heisenberg cochetează cu această interpretare, fără s-o susţină în mod consecvent. Putem să ne întrebăm şi astfel: oare funcţia ψ, ale cărei variaţii temporale, conform ecuaţiilor lui Schrödinger, sînt deterministe, nu poate fi concepută ca o descriere *completă* a realităţii fizice, răspunzătoare pentru faptul că previziunile au un caracter statistic fiind doar intervenţia străină (insuficient cunoscută) care are loc în cadrul observaţiei?

Ajungem la rezultatul că funcţia ψ nu poate fi concepută ca o descriere completă a stării fizice a unui sistem. Să considerăm un sistem complex, compus din subsistemele A şi B, care sînt în interacţiune numai pentru scurt timp.

Funcţia ψ a sistemului complex trebuie să fie cunoscută *înainte* de interacţiune (coliziunea a două particule libere, de exemplu). Atunci ecuaţiile lui Schrödinger ne vor oferi funcţia ψ a sistemului complex *după* interacţiune.

Se va efectua acum asupra sistemului parţial A (după interacţiune) o măsurătoare (optimă) care se poate face însă în moduri diferite, în funcţie de variabilele (de exemplu impulsul sau coordonatele) pe care le măsurăm (cu precizie). Mecanica cuantică ne va oferi apoi funcţia ψ pentru sistemul parţial B, *mai precis diferite funcţii ψ care se deosebesc după tipul de măsurătoare, pe care l-am efectuat asupra lui A*.

Dar este lipsit de sens să admitem că starea fizică a lui B ar depinde de o anumită măsurătoare pe care aş efectua-o asupra sistemului A, care este separat de B. Aceasta înseamnă că aceleiaşi stări fizice a lui B îi aparţin două funcţii ψ diferite. Deoarece o descriere *completă* a unei stări fizice trebuie să fie în mod necesar o descriere *univocă* (făcînd abstracţie de elementele superficiale ca unităţile, alegerea coordonatelor etc.) funcţia ψ nu poate fi considerată ca descrierea *completă* a stării sistemului.

Un partizan ortodox al mecanicii cuantice va spune, desigur, că nu există nici o descriere completă, respectiv că există numai descrierea statistică a unui

agregat de sisteme, şi nu a *unui* sistem. Dar, în primul rînd, el este nevoit să *spună* aceasta (şi, în al doilea rînd, nu cred că trebuie să fim mulţumiţi pentru mult timp cu o descriere a naturii atît de vagă).

Trebuie remarcat că previziunile (exacte), pe care le pot obţine pentru sistemul B (în funcţie de alegerea liberă a modului de măsurare a lui A), se pot comporta una faţă de alta la fel ca măsurătoarea impulsului şi măsurătoarea poziţiei. Este deci greu să evităm concluzia că sistemul B are realmente un impuls determinat şi o poziţie determinată. Căci ceea ce pot să prevăd prin alegere liberă, trebuie să existe şi în realitate.

După părerea mea, descrierea principial statistică actuală nu reprezintă decît un stadiu de trecere. — Vreau să Vă repet* că nu consider corectă afirmaţia Dumneavoastră, după care dintr-o teorie deterministă nu poate fi dedusă nici o propoziţie statistică. Gîndiţi-vă doar la mecanica statistică clasică (teoria gazelor, teoria mişcării browniene). Exemplu: un punct material se mişcă cu viteză constantă pe o suprafaţă circulară închisă; eu pot să determin, prin calcul, probabilitatea de a-l găsi la un anumit moment într-o anumită parte a periferiei. Esenţial este doar faptul că nu-i cunosc starea iniţială sau că nu i-o cunosc cu precizie!

Cu salutări prieteneşti,
al Dumneavoastră

A. EINSTEIN

*Cuvintul „repet" se referă la o scrisoare anterioară a lui Einstein.

NOTE

[1] Popper utilizează termenul englez *epistemology* (epistemologie) ca sinonim cu termenul german *Erkenntnistheorie* (teorie a cunoaşterii).

[2] Termenul „creştere a cunoaşterii" (s-ar putea traduce şi „dezvoltare a cunoaşterii") intervine curent în textele popperiene. Pentru precizarea sensului acestui termen este importantă distincţia dintre „creşterea cunoaşterii" şi „progresul cunoaşterii". Pentru Popper, „creşterea cunoaşterii" se realizează, în principal, prin formularea, discuţia critică, testarea şi falsificarea unor noi teorii. Progresul ştiinţific nu se realizează însă exclusiv prin asemenea activităţi. Îmbunătăţirea contactului unei teorii cu experienţa, prin măsurarea mai precisă a anumitor constante, sau extinderea ariei de aplicare a unei teorii sînt exemple de progrese ştiinţifice care nu reprezintă însă o „creştere a cunoaşterii", în sensul pe care îl dă Popper acestui termen. (Vezi T. SETTLE, *Induction and Probability unfused*, în ed. P.A. SCHILPP, *The Philosophy of Karl Popper*, la Salle, Illinois, Open Court, 1974.)

[3] Popper îl are în vedere, foarte probabil, în primul rînd pe Ludwig Wittgenstein. El este unul dintre filozofii contemporani la care Popper se referă cu preferinţă în luările sale de poziţie critică. Aceasta, poate, fiindcă vederile lui Wittgenstein asupra naturii problemelor filozofice sînt originale, radicale şi totodată diametral opuse celor ale autorului *Logicii cercetării*.

[4] Aceste consideraţii vizează concepţiile empirismului logic, în plină ascensiune în momentul apariţiei cărţii lui Popper, cu deosebire contestarea capacităţii filozofiei de a aduce vreo contribuţie la cunoaşterea lumii şi calificarea problemelor tradiţionale ale filozofiei ca „lipsite de sens".

[5] Autorul are în vedere „filozofia limbajului comun" (*philosophy of ordinary language*), un mod de a practica filozofia care a cîştigat o anumită influenţă în Anglia postbelică, îndeosebi prin activitatea academică şi scrierile lui G. Ryle, L. Wittgenstein şi J. Austin.

[6] Este vorba de filozofia analitică de orientare formalistă, care s-a dezvoltat începînd din jurul anului 1940 îndeosebi în S.U.A., ca o continuare directă a empirismului logic din epoca Cercului de la Viena. Printre reprezentanţii ei cei mai proeminenţi, pot fi amintiţi R. Carnap, H. Reichenbach, C. G. Hempel şi E. Nagel. În centrul preocupărilor lor a stat analiza conceptelor şi metodelor ştiinţei, prin reconstrucţia lor în limbaje formalizate, precise. Orientarea pe care au iniţiat-o a fost numită de aceea

şi „filozofia limbajelor ideale", în opoziție cu cealaltă ramură a filozofiei analitice, „filozofia limbajului comun".

[7] Adică, nu există limbaje ale vreunei ştiinţe reale ale căror expresii să fie introduse şi utilizate pe baza unor reguli explicite şi precise.

[8] POPPER relatează recent (vezi *Reply to Professor Skolimovski*, în *The Philosophy of Karl Popper*), că această caracterizare a epocii are în vedere, în primul rînd, concepţii ca cea a lui Michael Polanyi. Termenii „cunoaştere şi autoritate personală", ca şi termenul „post-critic" conţin de fapt o aluzie destul de transparentă la titlul celei mai cunoscute lucrări a lui M. POLANYI, *Personal Knowledge. Towards a Post-Critical Philosophy*, London, Routledge and Kegan Paul, 1958, care tocmai apăruse.

[9] Este vorba de cartea lui V. KRAFT, *Der Wiener Kreis, Der Ursprung des Neopositivismus*, 1950.

[10] Aceasta este o idee care ocupă un loc central în teoria cunoaşterii a lui Popper şi constituie obiect de argumentare atît în această carte cît şi în alte lucrări ale autorului.

[11] Distincţia analitic-sintetic a fost introdusă de Kant ca distincţie între judecăţile al căror predicat este cuprins în subiect ca o notă a acestuia şi cele care pun în relaţie cu subiectul un predicat care nu era gîndit în el. (Vezi *Critica raţiunii pure*, Bucureşti, Ed. ştiinţifică, 1969, p. 48—49.) Autorul are în vedere distincţia dintre adevăruri analitice şi sintetice în reformularea ei logico-lingvistică modernă, ca distincţie dintre enunţuri adevărate numai pe temeiul semnificaţiei termenilor pe care îi conţin şi enunţuri adevărate pe temeiul faptelor.

[12] Cuvîntul „adevărat" este folosit aici în sensul de adevăr absolut, ultim, ca opus „ipoteticului", cum rezultă dealtfel din pasajul de mai jos.

[13] Este vorba de articolul *Die Zielsetzung der Erfahrungwissenschaft* (1957), publicat ulterior într-o versiune revizuită, în limba engleză, sub titlul *The Aim of Science*, în K. R POPPER, *Objective Knowledge*, Oxford at the Clarendon Press, 1972

[14] În ceea ce priveşte această afirmaţie şi adevărata relaţie dintre teoria cunoaşterii a lui Popper şi dialectică, vezi şi studiul introductiv.

[15] Textul conferinţei a fost citit de autor la radiodifuziunea londoneză în seara zilei de 12 februarie 1954, cu ocazia aniversării a 150 de ani de la moartea lui Kant. Acest text a fost publicat pentru prima dată ca preambul la traducerea germană a originalului englez al cărţii mai sus menţionate (*The Open Society and its Enemies, I. The Spell of Plato*), A. Franke, A. G. Verlag Bern, 1957.

[16] În formularea curentă, problema valorii cunoaşterii.

[17] Termenul „optimism gnoseologic" vizează, în acest context, concepţia dogmatică asupra valorii ştiinţei care consideră adevărurile ştiinţifice general acceptate drept certitudini, drept cunoştinţe ultime, definitive, cu valoare absolută, ce nu mai pot fi puse în cauză de progresul cunoaşterii ştiinţifice.

[18] Popper a adoptat termenul de *raționalism critic* pentru a desemna concepția sa filozofică generală la sugestia lui A. Koch şi H. Albert.

[19] Am tradus cuvîntul german „Satz" prin „enunț" ori de cîte ori el nu desemnează o entitate strict lingvistică, ci aserțiuni care pot fi adevărate sau false. Ne-am condus după Popper, care în toate aceste cazuri traduce „Satz" în engleză prin „statement", şi nu prin „sentence".

[20] În expresia „ştiințe empirice", așa cum este utilizată ea de Popper şi de alți epistemologi contemporani, termenul „empiric" nu este opus „teoreticului", ci „logico-matematicului". Expresia desemnează, prin urmare, ştiințele naturii şi ştiințele sociale, în opoziție cu disciplinele logico-matematice, formale. Ca expresie echivalentă cu „ştiințe empirice", în literatura filozofică germană circulă şi cea de „ştiințe ale realului" (Realwissenschaften).

[21] Dacă teoriile ştiințelor empirice sînt concepute ca sisteme de enunțuri, controlul empiric al acestor teorii constă în confruntarea unor enunțuri singulare despre stările reale, deduse din aceste teorii, cu enunțuri care exprimă rezultate ale observațiilor şi experimentelor. Analiza şi clarificarea aspectelor logice generale ale controlului empiric al teoriilor este, în concepția lui Popper, obiectul unei discipline filozofice pe care o numeşte „logica cunoaşterii" sau „logica cercetării". Astfel se explică şi alegerea titlului cărții. În prima ediție germană, lucrarea are şi subtitlul „Despre teoria cunoaşterii a ştiințelor naturii", subtitlu la care autorul a renunțat ulterior. Acest subtitlu este în acelaşi timp mai larg şi mai restrictiv decît titlul. Mai larg, fiindcă se referă la „teoria cunoaşterii", și nu la „logica cercetării". Mai restrictiv, fiindcă ca obiect al cercetării sînt indicate „ştiințele naturii", nu „ştiințele empirice". Popper analizează, în această carte, cu predilecție exemple din fizica teoretică, cea mai matură ştiință a naturii; el consideră însă că tezele sale metodologice sînt valabile pentru toate ramurile ştiințelor naturii şi ale ştiințelor sociale care au ajuns în etapa construcției teoretice, afirmînd „unitatea metodei", care constă în „concepția că toate ştiințele teoretice sau generalizatoare aplică aceeaşi metodă, indiferent de faptul că sînt ştiințe ale naturii sau ştiințe sociale". (Vezi KARL POPPER, *Das Elend des Historismus*, J.C.B. Mohr, Tübingen, 1971, p. 102). Referirile frecvente pe care le face autorul în textul cărții la „teorii" sau „ipoteze ale ştiințelor naturii", „legi ale ştiințelor naturii", nu trebuie să ne facă să trecem cu vederea că metodologia lui vizează orice ştiință teoretică asupra realului. Pe de altă parte, el va scrie, mai tîrziu, totuşi că teoria sa asupra metodei ştiinței „nu a fost influențată inițial de nici un fel de cunoștințe asupra metodelor ştiințelor sociale, căci atunci cînd am elaborat această concepție aveam în vedere numai ştiințele naturii şi nu ştiam aproape nimic despre ştiințele sociale". (*Op. cit.*, p. 108.)

[22] Popper foloseşte, în general, termenii „ipoteze" şi „teorii" ca echivalenți. Ideea caracterului ipotetic al tuturor teoriilor din ştiințele empirice ocupă un loc central în concepția sa epistemologică.

[23] Autorul are în vedere aici inducţia amplificatoare, caracterizată ca un demers prin care formulăm o lege generală, pe baza unui număr finit de observaţii despre cazuri particulare. Prima încercare sistematică de întemeiere logică a acestui demers a fost întreprinsă de J. St. Mill în cunoscuta sa lucrare *Sistem de logică inductivă şi deductivă* (1845).

[24] Autorul se referă, evident, la enunţuri, la legile ştiinţelor naturii, nu la legile naturii. Expresia „legi ale naturii" este folosită curent, în această carte, în sensul de „legi ale ştiinţelor naturii".

[25] Am tradus cuvîntul german „Nachprüfung" (şi „Überprüfung") şi cel englez „testing", precum şi celelalte cuvinte din această familie, prin „testare" respectiv „a testa", „testabil", „testabilitate". „Verificare" sau „confirmare" nu sînt echivalente potrivite, fiindcă corespondentele lor germane şi engleze — „Verifizierung", „verification", respectiv „Bestätigung", „confirmation" — au la Popper cu totul altă semnificaţie.

[26] Popper traduce uneori în engleză termenul german „Erkenntnistheorie" prin „epistemology". În traducerea românească, am utilizat, în general, „teoria cunoaşterii" pentru „Erkenntnistheorie" din originalul german şi „epistemologic" pentru „erkenntnistheoretisch".

[27] Această distincţie dintre cercetarea psiho-sociologică a genezei ideilor ştiinţifice şi analiza logică a metodelor întemeierii lor a fost consacrată în filozofia analitică anglo-saxonă ca distincţie dintre „contextul genezei" şi „contextul întemeierii" (justificării), dintre domeniul de cercetări numit „ştiinţă despre ştiinţă" şi respectiv „filozofie a ştiinţei" sau „epistemologie", şi a căpătat, cu timpul, caracterul unei dogme. (Expuneri ale concepţiei standard a filozofiei analitice în această problemă pot fi găsite în H. REICHENBACH, *Experience and Prediction*, Univ. of Chicago Press, 1938şi I. SCHEFFLER, *Science and Subjectivity*, Indianopolis— New York, Bobs-Merril, 1967.) Evoluţii recente în gîndirea epistemologică conturează tot mai clar punctul de vedere că distincţia dintre probleme de drept şi probleme de fapt, pe care se întemeiază această dogmă, deşi reală, este o distincţie relativă, iar reducerea domeniului epistemologiei la analiza logică a metodelor de întemeiere a enunţurilor şi teoriilor ştiinţifice, la logica ştiinţei în general, este de nesusţinut. (Vezi în această privinţă şi studiul introductiv.)

[28] O asemenea atitudine negativă cu privire la posibilitatea analizei logice a unor aspecte ale genezei ideilor şi teoriilor ştiinţifice poate fi caracterizată ca prohibitivă. Deşi în această direcţie s-au înregistrat pînă astăzi puţine progrese, nici Popper, nici alţi autori care susţin un punct de vedere similar, nu au dovedit imposibilitatea principială sau inutilitatea unei asemenea analize.

[29] Am tradus termenul „Prognose" din textul original german cu „predicţie", conducîndu-ne după englezul „prediction", ales drept corespondent în traducerea făcută de Popper.

[30] Termenii „falsifizieren", „Falsifikation", „Falsifizierbarkeit" sînt introduşi de Popper ca termeni tehnici pentru „a infirma", „infirmare", „infirmabilitate" („proprietatea de a putea fi infirmat").

[31] Cînd afirmă că rezultatele pozitive ale testelor empirice la care a fost supusă o teorie nu reprezintă o „confirmare" a teoriei, autorul are în vedere tocmai faptul că aceste rezultate nu pot dovedi „adevărul" sau „probabilitatea" acestei teorii, Distincţia dintre „confirmare" şi „coroborare" („Bestätigung" — „Bewährung" în germană, respectiv „confirmation" — „corroboration" în engleză) şi teza că teoriile ştiinţelor empirice nu pot fi „confirmate", ci numai „coroborate" de rezultatele pozitive ale testelor la care au fost supuse, este esenţială pentru înţelegerea concepţiei lui Popper. Vezi în această privinţă cap. II, paragraful 11, nota *1, cap. X precum şi anexa *IX. Vezi, de asemenea, şi studiul introductiv.

[32] Formulînd această apreciere, autorul nu pare să ţină seama de deosebirea dintre sistemele clasice de logică a inducţiei şi cele propuse de contemporani, cum sînt Keynes sau Reichenbach. Ultimele, spre deosebire de cele tradiţionale, nu mai pun problema reducerii tuturor propoziţiilor sistemului ştiinţei la „propoziţii elementare de experienţă", ci problema determinării gradului de confirmare a ipotezelor ştiinţifice prin relaţia lor logică cu enunţuri care exprimă date ale observaţiei directe.

[33] Am tradus cuvîntul german „Festsetzung", al cărui sens obişnuit este „hotărîre", „stabilire", prin „convenţie", în sensul cel mai larg în care este utilizat acest cuvînt în limba română: „decizie adoptată în vederea realizării unui scop determinat". Popper însuşi traduce „Festsetzung" în engleză prin „convention".

[34] Prin situarea opţiunii, a alegerii scopului în afara domeniului teoretic, Popper se apropia de punctul de vedere susţinut în acea epocă de unii membri influenţi ai Cercului de la Viena. Vezi de pildă articolul lui CARNAP, *Theoretische Fragen und praktische Entscheidungen*, „*Natur und Geist*", vol. II, 1934, care cuprinde, între altele, următoarea concluzie: „Reflecţia ştiinţifică determină nu ţelul, ci totdeauna numai calea spre ţelul hotărît". Mai tîrziu, Popper a considerat, probabil, poziţia adoptată în textul versiunii originale a *Logicii cercetării* ca prea radicală şi a încercat să o atenueze prin nota de mai sus. Vezi în această privinţă şi studiul introductiv.

[35] În opoziţie cu pozitivismul, autorul adoptă o atitudine nuanţată faţă de filozofia tradiţională a naturii. Mai tîrziu (vezi, de exemplu, prefaţa la ediţia engleză, 1959), Popper va accentua în mod deosebit rolul ipotezelor speculative în progresul ştiinţelor empirice. (Vezi, în această privinţă şi studiul introductiv.)

[36] Ca şi Hume, autorul pune deci la îndoială posibilitatea de a deriva logic valid o lege generală dintr-o mulţime de observaţii despre fapte particulare. Formularea de mai sus, că „nu există inducţie", trebuie interpretată în acest sens, şi nu ca o contestare a faptului că oamenii fac în mod curent, în viaţa de fiecare zi ca şi în ştiinţă, asemenea generalizări. Acest punct de vedere apare cu claritate şi în paragraful 1.

[37] Pentru o formulare generală a ideii asimetriei, vezi şi citatul din Kant, ales de autor ca motto pentru partea întîia.

[38] Termenul a fost pus în circulaţie de reprezentanţi influenţi ai Cercului de la Viena (vezi R. CARNAP, *Über Protokollsätze* şi O. NEURATH, *Protokollsätze*, ambele în „*Erkenntnis*", vol. 3, 1932–33). Teoria propoziţiilor-protocol a ocupat un loc central în concepţiile empirismului logic timpuriu asupra bazei empirice a ştiinţei. Popper a fost primul şi cel mai important critic al teoriei „propoziţiilor-protocol". O critică mai amănunţită a unora din ideile expuse de Carnap şi Neurath, în lucrările citate, se găseşte în capitolul V.

[39] Identificarea concepţiei lui Wittgenstein cu cea a empirismului logic timpuriu, pe care o sugerează această notă, este cel puţin discutabilă. Nu numai că Wittgenstein nu a fost niciodată membru al Cercului de la Viena, dar el nu a încuviinţat vreodată aplicarea „criteriului empirist al sensului" şi „eliminarea" metafizicii în sensul lui Carnap şi a altor membri ai Cercului. Relatările din *Autobiografia intelectuală* a lui Carnap în *The Philosophy of Rudolf Carnap*, ed. de P. A. SCHILPP, La Salle, Illinois, Open Court, 1963, p. 24–29 sînt edificatoare în această privinţă.

[40] Concepţia lui V. Kraft asupra statutului metodologiei, aşa cum este expusă în această lucrare şi în alte lucrări ulterioare, poate fi cu greu calificată ca „naturalistă". Ea se apropie mai degrabă de punctul de vedere expus de Popper în acest capitol. (Pentru unele amănunte, vezi studiul introductiv.)

[41] Pentru o discuţie mai largă a consideraţiilor pe care se sprijină o asemenea concluzie şi a semnificaţiei ei, vezi studiul introductiv.

[42] Apropierea pe care o face aici Popper între punctul său de vedere şi cel al lui Carnap este vagă, insuficient de clară. Acordul dintre cei doi autori priveşte doar teza generală că fixarea scopului unei activităţi este o decizie care nu poate fi întemeiată empiric, aşa cum s-a arătat în una din notele de mai sus. „Principiul toleranţei" al lui Carnap se referă însă la libertatea de a alege, pe criterii de convenabilitate, între diferite forme de limbaj, şi nu la o decizie cu privire la ţelul ştiinţei empirice, decizie pe care se construieşte metodologia formulată în *Logica cercetării*. Este, cel puţin îndoielnic că formularea principiului toleranţei implică respingerea de către Carnap a concepţiei „naturaliste" asupra metodologiei, aşa cum pare să sugereze acest adaos.

[43] O versiune revizuită, în limba engleză, a acestui articol, sub titlul *The Aim of Science* a apărut în KARL R. POPPER, *Objective Knowledge*, Oxford at the Clarendon Press, 1972, p. 191–205.

[44] Nu este clar ce se înţelege aici prin „excluderea" unui asemenea enunţ din domeniul ştiinţei. Dacă autorul intenţionează să afirme doar că un asemenea enunţ nu face parte din domeniul ştiinţei empirice, fiindcă nu este „testabil", el nu face decît să aplice criteriul de demarcaţie, enunţat mai sus, într-un caz particular. Dimpotrivă, dacă el vrea să spună că un asemenea enunţ speculativ, „metafizic", nu are nici un rol în cercetarea ştiinţifică, poziţia aceasta va fi greu de împăcat cu poziţia sa antipozitivistă principială, cu sublinierea repetată a însemnătăţii ideilor speculative pentru dezvoltarea ştiinţei empirice. Luările de poziţie ulterioare

ale lui Popper sprijină prima interpretare. (Vezi în această privință și studiul introductiv.) Și regula metodologică formulată mai jos, și caracterizată ca fiind „în mare măsură analoagă principiului cauzalității", sugerează că autorul recunoaște rolul pozitiv pe care l-a jucat și îl poate juca principiul cauzalității în cercetarea empirică.

[45] Prin „teorie convenționalistă" autorul înțelege, cum indică mai sus, o teorie care nu este sub controlul experienței, care nu poate fi infirmată de experiență. Termenul nu a fost preluat de alți autori și nu a mai fost utilizat nici de Popper în scrierile lui ulterioare.

[46] Am tradus prin „enunț de bază", expresia germană „Basissatz", respectiv expresia engleză „basic statement". În ultimul timp, autorul preferă expresia „enunț-test" (în engleză *test-statement*). Această schimbare terminologică își propune să înlăture unele confuzii pe care le poate genera expresia „enunț de bază". Expresia „de bază" poate sugera, într-adevăr, că cel care o utilizează are în vedere enunțuri de observație „pure", și în acest sens ultime, ireductibile. Or, Popper neagă existența unor asemenea enunțuri, în general.

[47] În concepția autorului, enunțurile sintetic-metafizice sînt în același timp netautologice, spre deosebire de enunțurile disciplinelor logico-matematice, și nefalsificabile, spre deosebire de enunțurile științei empirice. Enunțurile fundamentale ale filozofiei speculative sînt, de exemplu, enunțuri sintetic-metafizice, ceea ce explică dealtfel alegerea termenului.

[48] Ca termeni ai limbii de toate zilele, cuvintele „Ereignis" și „Vorgang" pot fi traduse ambele cu „eveniment". Reținînd „eveniment" pentru „Ereignis", am introdus termenul „eveniment-tip" pentru a desemna ceea ce este general, repetabil într-un eveniment singular, irepetabil. O anumită libertate în alegerea unui echivalent românesc pentru „Vorgang", odată ce „eveniment" nu ne mai stă la dispoziție, derivă chiar din faptul că autorul renunță la cerința ca definițiile acestor termeni să fie în acord cu folosirea lor în vorbirea curentă. (Vezi nota 1 de mai sus, precum și observația ce urmează în text, între paranteze, cu privire la deosebirea fină, de nuanță, între folosirea termenilor „Ereignis" și „Vorgang" în germana uzuală.) Aceeași observație este valabilă pentru cuvintele „occurence" și „event" din limba engleză, cuvinte prin care Popper traduce „Ereignis" și respectiv „Vorgang".

[49] Că o traducere a expresiei „Erfahrungssätze" prin „enunțuri empirice" nu ar fi adecvată, ne-o indică chiar autorul, care traduce această expresie în engleză prin „statements of experience" și nu prin „empirical statements".

[50] Teoria constituirii (Konstitutionstheorie) a fost dezvoltată de R. CARNAP în cartea sa *Der logische Aufbau der Welt*, Berlin — Schlachtensee, Im Weltkreis-Verlag, 1928.

[51] Situația s-a schimbat mult după apariția primei ediții a acestei cărți (1934). Reprezentanții cei mai influenți ai empirismului logic au abandonat teoria propozițiilor protocol și acea abordare a problemei fundării enunțurilor științei empirice, pe terenul căreia a luat naștere această teo-

rie. Pentru evoluţia poziţiei lui CARNAP, vezi de exemplu: *Testability and Meaning*, în „*Philosophy of Science*", vol. 3, nr. 4, 1936, precum şi, *Intellectual Autobiography*; vezi şi *A.J. Ayer, On Other Minds* în *The Philosophy of Rudolf Carnap*, ed. P.A. Schilpp, La Salle, Illinois, Open Court, 1962, p. 32, 38 şi 886–888.

[52] Pentru o evaluare critică a acestei distincţii nete pe care o face Popper între probleme psihologice şi probleme epistemologice, vezi şi studiul introductiv.

[53] Autorul foloseşte cuvîntul german „Vorgang" (respectiv cel englez „event") pe care l-am tradus (vezi paragraful 23) cu „eveniment-tip". Pentru uşurinţa exprimării, vom face abstracţie, în continuare, de această nuanţă în toate cazurile în care contextul nu-i conferă o importanţă majoră.

[54] Apropierea care se face, în acest pasaj şi în altele, între empirismul naiv baconian şi empirismul logic, chiar în primele sale manifestări, de exemplu în lucrările de tinereţe ale lui Carnap şi Reichenbach, nu corespunde adevărului istoric. Sistemele de logică inductivă s-au dezvoltat în cadrele unei concepţii ipotetico-deductive asupra ştiinţei; creatorii acestor sisteme, spre deosebire de empiriştii de tradiţie baconiană, nu ignoră rolul problemelor şi al intereselor teoretice în orientarea observaţiei şi în conducerea cercetării experimentale, rolul pe care îl joacă, în general, imaginaţia şi gîndirea teoretică în dezvoltarea cunoaşterii ştiinţifice.

[55] Ca relatare istorică, afirmaţia este falsă; Einstein nu a cunoscut rezultatul negativ al experimentului Michelson-Morley, atunci cînd a formulat teoria relativităţii.

[56] Formulări ca cele din acest pasaj constituie punctul de plecare al caracterizării concepţiei popperiene asupra ştiinţei ca o variantă a convenţionalismului. Asemenea aprecieri, care circulă şi în literatura marxistă, se sprijină pe formulări, ca cea de mai sus, care pot fi întîlnite în *Logica cercetării* şi în alte lucrări ale lui Popper, dar nu rezistă dacă examinăm cu obiectivitate ansamblul concepţiei popperiene asupra metodei ştiinţei empirice. După cum a reieşit clar, mai ales din acest capitol, în concepţia lui Popper enunţurile de bază nu exprimă date ale experienţei pure, ci sînt enunţuri ipotetice şi falsificabile, ca şi toate celelalte enunţuri ale ştiinţei empirice. Din fiecare enunţ care are forma unui enunţ de bază poate fi derivat un alt enunţ, care are aceeaşi formă, şi această regresiune poate continua la infinit. Oamenii de ştiinţă trebuie să se decidă, prin urmare, să adopte drept enunţuri de bază anumite enunţuri ce exprimă rezultatele observaţiilor şi experimentelor ştiinţifice, şi anume pe acelea dintre ele care pot fi supuse cu uşurinţă unui control intersubiectiv. Enunţurile de bază nu sînt deci decît anumite enunţuri din mulţimea enunţurilor despre evenimente, la care oamenii de ştiinţă cad de acord să oprească procesul testării enunţurilor ştiinţifice, proces care nu are un sfîrşit natural. Cînd vorbeşte despre adoptarea prin „convenţie" sau „decizie" a enunţurilor de bază, Popper nu are în vedere nimic altceva decît acest fapt. Pe de altă parte, comparaţia din textul de mai sus cu convenţionalismul este înşelătoare în măsura în care creează impresia că exprimă într-o formulă sintetică

asemănările şi deosebirile dintre concepţia autorului şi concepţia convenţionalistă asupra ştiinţei empirice. În realitate, rostul comparaţiei este doar de a reliefa elementul de convenţie care intervine în stabilirea enunţurilor de bază. Chiar în primul paragraf al capitolului anterior (paragraful 19), autorul arată cît de profunde sînt deosebirile dintre concepţia sa şi concepţia convenţionalistă asupra ştiinţei. În optica filozofului convenţionalist, ţelul ştiinţei empirice constă în formularea unor teorii cît mai simple şi în protejarea lor de falsificare prin strategii care sînt numite „strategii de imunizare“ sau „stratageme convenţionaliste“. Dimpotrivă, în optica autorului, ţelul ştiinţei constă în formularea unor teorii care descriu nivele tot mai profunde ale structurii realităţii şi ne conduc la descoperirea unor fapte noi. Acest ţel nu poate fi atins, cum se arată în paragraful 20, dacă lucrăm cu teorii „convenţionaliste“, ci numai dacă teoriile noastre sînt teorii „empirice“, falsificabile. În ultimul paragraf al cărţii (85) se spune şi mai explicit: „Acei dintre noi care nu doresc să-şi expună ideile riscului infirmării, nu participă la jocul numit ştiinţă“. Pentru o discuţie asupra criticii pe care o face Popper „stratagemelor convenţionaliste“, vezi şi studiul introductiv.

[57] Această notă, introdusă cu ocazia pregătirii primei ediţii engleze a cărţii, care apare în 1959, raportată la pasajul din textul original (1934), pe care îl amendează, este cu deosebire semnificativă pentru evoluţia poziţiei autorului in ceea ce priveşte valoarea de cunoaştere a ideilor (teoriilor) filozofice (metafizice) şi raportul dintre ele şi ideile (teoriile) ştiinţifice. Această evoluţie capătă o expresie clară şi în prefaţa celei de a 3-a ediţii germane (1968), în Adaosul din 1968 la capitolul X şi în Anexa *10, îndeosebi punctul (16). Pentru alte referinţe şi un comentariu mai larg, vezi studiul introductiv.

[58] Autorul introduce, în lucrările sale mai recente, termenul de „indeterminism“ pentru a desemna o concepţie opusă celei pe care o numeşte „determinism“ sau „determinism fizic“. În lucrarea sa *Of Clouds and Clocks* (1965), republicată acum în volumul *Objective Knowledge* (Oxford, At the Clarendon Press, 1972), Popper caracterizează „determinismul fizic“ în mod figurat ca doctrina că „toţi norii sînt ceasornice“. Termenul „determinism“ sau „determinism fizic“ este deci, pentru el, sinonim cu determinismul mecanicist tradiţional, care exclude existenţa obiectivă a întîmplării şi a legilor statistice. Punctul de vedere pe care îl susţine Popper şi pe care îl numeşte „indeterminism“ se opune nu numai determinismului mecanicist, rigid dar şi punctului de vedere opus, că nu există în lume decît întîmplare pură. El caracterizează „indeterminismul“ spunînd că „toate ceasornicele sînt nori, într-o măsură considerabilă — chiar şi cel mai precis dintre ceasornice“. (*Op. cit.*, p. 215.) Popper subliniază că punctul de vedere pe care îl desemnează prin termenul „indeterminism“ nu are nimic de-a face cu „indeterminismul“ în sensul curent al termenului; ceea ce el numeşte „indeterminism“ sau „indeterminism fizic“ contrazice numai „determinismul fizic“ şi nu teza generală a determinismului filozofic, formulată în mod tradiţional prin enunţuri ca „Efecte asemănătoare au cauze asemănătoare“ sau „Orice eveniment are o cauză“. El scrie: „*In-*

determinismul — sau, mai precis, indeterminismul fizic — este pur şi simplu doctrina că *nu toate* evenimentele din lumea fizică sînt predeterminate cu precizie absolută, în detaliile lor infinitezimale. În afară de aceasta, indeterminismul este compatibil cu practic orice grad de regularitate doriţi şi nu implică, prin urmare, punctul de vedere că există «evenimente fără cauze».“ (*Op. cit.*, p. 220.) Atrage atenţia apropierea dintre contururile generale ale concepţiei popperiene asupra determinismului şi punctul de vedere schiţat de Engels în *Dialectica naturii*.

[59] Autorul formulează punctul de vedere al logicii inducţiei, cum precizează dealtfel mai sus, în propria sa terminologie. Keynes şi alţi reprezentanţi ai logicii inducţiei nu vorbesc, desigur, despre „coroborarea“ ipotezelor ci despre confirmarea (confirmation) sau verificarea (verification) lor.

[60] Punctul de vedere al lui Carnap a evoluat ulterior în raport cu poziţia exprimată în această lucrare. Vezi, de exemplu, cartea lui *Philosophical Foundations of Physics*, New York, Basic Books, Inc. 1966; în primul ei paragraf, intitulat semnificativ „Valoarea legilor naturii: explicaţie şi predicţie“, Carnap subliniază însemnătatea legilor generale pentru cunoaşterea ştiinţifică şi funcţia lor explicativă. Aceste schimbări nu au afectat însă punctul de vedere inductivist şi ideile de bază ale programului de logică a inducţiei, propus de Carnap în cartea lui publicată în 1950.

[61] Ultima propoziţie este una dintre cele pe care se sprijină autorii care califică concepţia popperiană asupra ştiinţei empirice drept convenţionalistă. După cum am subliniat şi în nota [56], rolul convenţiei şi deciziei în stabilirea enunţurilor de bază este prezentat, în general, de Popper în felul următor: nu există enunţuri ultime în care ar fi exprimate datele intersubiectiv controlabile ale observaţiilor şi experimentelor ştiinţifice; din orice enunţ de acest fel putem deriva un alt enunţ, şi acest proces nu are un sfîrşit natural; comunitatea ştiinţifică decide să se oprească în această regresiune potenţial infinită, adoptînd ca bază empirică anumite enunţuri singulare, cu o formă logică determinată, care sînt, cu deosebire, uşor controlabile. Decizia comunităţii ştiinţifice stabileşte doar care anume enunţuri, din totalitatea enunţurilor singulare cu o anumită formă logică, ce exprimă rezultatele observaţiilor ştiinţifice, sînt alese ca „bază empirică“ a unei ştiinţe. Iată de ce sublinierea că stabilirea enunţurilor de bază ale unei ştiinţe empirice are caracterul unei convenţii nu poate fi considerată, cel puţin în principiu, ca incompatibilă cu caracterizarea lor ca adevărate în sensul corespondenţei cu faptele. Mai mult, în penultimul aliniat al paragrafului anterior (83), este afirmată implicit o interpretare realistă a enunţurilor de bază; un conflict între teorie şi enunţuri de bază acceptate este echivalat cu un conflict între teorie şi realitate. Propoziţia la care se referă această notă poate fi înţeleasă în mod adecvat numai ţinînd seama de poziţia de principiu a lui Popper cu privire la posibilitatea de a renunţa la utilizarea conceptelor „adevărat“ şi „fals“ pentru caracterizarea enunţurilor şi teoriilor ştiinţifice, poziţie pe care o adaptase în perioada cînd a scris *Logica cercetării*, dar pe care a părăsit-o ulterior, cum arată, foarte clar, în nota *1 a acestui paragraf.

[62] În sens epistemologic, „adevărul" poate fi utilizat ca un predicat atemporal numai dacă avem în vedere „adevărul absolut". Distincţia care se face aici între enunţuri şi teorii „adevărate" şi respectiv „coroborate" poate fi eventual mai bine clarificată prin analogie cu distincţia dintre „adevăruri relative" şi „adevăruri absolute". Vezi şi studiul introductiv.

[63] Desigur, în vorbirea curentă nu este utilizat cuvîntul „coroborat", ci cuvinte ca „sprijinit" sau „confirmat".

[64] Formularea „avansare continuă spre o stare finală" nu este destul de clară. Ea pare să sugereze că teoriile ştiinţifice succesive pot să fie comparate numai între ele şi nu din punctul de vedere al distanţei care le separă de o stare finală a cunoaşterii. În măsura în care o asemenea afirmaţie este interpretată ca o respingere a posibilităţii comparării teoriilor ştiinţifice din punctul de vedere al apropierii lor de adevăr, ca respingere a conceptului de adevăr în calitate de idee normativă, de idee ce exprimă un ideal şi deci o stare finală, ea este în contradicţie cu caracterizarea progresului ştiinţei ca apropiere de adevăr. O asemenea caracterizare a direcţiei de înaintare a ştiinţei este cel mult sugerată în ultima parte a acestui paragraf, dar este în schimb afirmată explicit în prefaţa la cea de a 3-a ediţie germană (1968) şi în numeroase pasaje din alte lucrări mai recente ale autorului. Se poate vorbi, de fapt, de o evoluţie a poziţiei lui Popper după 1934 spre afirmarea tot mai făţişă şi mai netă a ideii apropierii de adevăr. Lucrările sale apărute în ultimele două decenii sînt deosebit de semnificative în această privinţă. Un exemplu îl constituie importantul studiu *Adevăr, raţionalitate şi progresul cunoaşterii ştiinţifice*, scris în jurul anului 1960 şi publicat, pentru prima dată în 1963 (vezi traducerea românească în culegerea *Logica ştiinţei*, Ed. Pol. 1970, p. 99—155) în totalitatea sa, şi mai ales părţile a treia şi a patra. Referindu-se la rezervele pe care le-a avut în trecut faţă de ideea apropierii de adevăr, la temeiurile acestor rezerve, Popper descrie modul cum le-a depăşit sub influenţa teoriei lui Tarski asupra adevărului şi expune punctul de vedere la care a ajuns în următoarele cuvinte: „Într-adevăr, nu există nici un motiv care ne-ar împiedica să afirmăm că o teorie corespunde mai bine faptelor în comparaţie cu o altă teorie... Dimpotrivă, cred că nici nu ne putem lipsi de ceva în genul acestei idei de aproximare mai bună sau mai rea a adevărului. Într-adevăr, nu există nici o îndoială că putem spune, şi adesea dorim să spunem despre o teorie t_2 că ea concordă mai bine cu faptele sau că, după cîte ştim, ea pare să corespundă mai bine faptelor decît orice altă teorie t_1" (*op. cit.* p. 126—127). Vezi şi punctele (1) şi (2) ale Adaosului la capitolul X al *Logicii cercetării*.

[65] Această formulare este, fără îndoială, derutantă. Ea a fost invocată în sprijinul caracterizării poziţiei autorului în problema valorii cunoaşterii ştiinţifice ca relativistă sau chiar sceptică. Popper a respins cu hotărîre o asemenea caracterizare a poziţiei sale (de exemplu, în prefaţa celei de a 3-a ediţii germane, 1968), declarîndu-se adversar al „pesimismului gnoseologic", şi oricine examinează cu atenţie şi obiectivitate contextul general în care survine această afirmaţie va găsi că reacţia lui este justi-

ficată. Pe de altă parte, Popper nu poate fi absolvit de orice vină pentru confuziile generate de această formulare. Ele se datoresc, în principal, utilizării cuvîntului german „Wissen" şi a cuvîntului englez „knowledge" ca echivalente pentru grecescul „*epistēmē*", care înseamnă nu cunoaştere în general, ci o cunoaştere (ştiinţă) pe deplin asigurată, aşezată pe fundamente de neclintit. Că ştiinţa şi cunoaşterea omenească în general nu sînt *epistēmē*, este un element esenţial al concepţiei despre ştiinţă expuse în această carte. Iată de ce se poate spune că autorul nu a fost cîtuşi de puţin bine inspirat, cînd, în lipsa unui echivalent pentru *epistēmē* în limbile moderne, a recurs la termenul „cunoaştere". Este important de reţinut că termenul „cunoaştere" va fi folosit în acest sens şi în alte pasaje din acest paragraf. (Vezi şi nota [[68]].) Următoarea afirmaţie, şi anume că ştiinţa nu poate atinge adevărul, nu provoacă nici un fel de nedumeriri dacă termenul „adevăr" este luat în înţelesul de „adevăr absolut". În sfîrşit, faptul că rezultatele cunoaşterii ştiinţifice nu pot fi calificate ca „probabile" a fost argumentat pe larg în prima parte a acestui capitol. Pentru discuţia acestor aspecte ale concepţiei autorului, vezi şi studiul introductiv.

[[66]] În sensul tare în care utilizează autorul termenul „cunoaştere" (vezi nota 2), expresia „nu cunoaştem" vrea să spună că atingerea adevărului (absolut) nu este posibilă; toate rezultatele la care poate ajunge cercetarea au un caracter ipotetic. Pe de altă parte, scriind că „putem doar presupune", autorul vizează, se pare, capacitatea oamenilor de ştiinţă creatori de a inventa unele teorii explicative reuşite fără să ştie de la început că acestea vor trece cu succes teste severe. Cuvintele „raten" respectiv „to guess" pot fi traduse şi prin „a ghici"; am exclus însă această alternativă, ţinînd seama de semnificaţiile care sînt, în mod obişnuit, asociate acestui cuvînt în limba de toate zilele.

[[67]] Această formulare, ca şi cea cu care se încheie aliniatul următor, este semnificativă pentru exprimarea, într-o formă implicită, dar totuşi destul de transparentă, a ideii apropierii de adevăr. Pe de altă parte, ea nu lasă să persiste nici o îndoială cu privire la faptul că autorul foloseşte termenul de „cunoaştere" ca echivalent cu „deţinere a adevărului absolut".

[[68]] Conceptul de verosimilitudine a fost elaborat de autor în anii 1960—63. El a fost introdus pentru prima dată în partea a 3-a a studiului *Adevăr, raţionalitate şi progresul cunoaşterii*, publicat în 1963. (Vezi p. 120—136 ale traducerii româneşti, în culegerea *Logica ştiinţei*, Ed. Pol., 1970). O dezvoltare a acestui concept se găseşte de asemenea în studiul *Two Faces of Common Sense: An Argument for Commonsense. Realism and against the Common Sense Theory of Knowledge* şi în alte studii cuprinse în vol. *Objective Knowledge*, 1972.

Popper introduce termenul „verosimilitudine" ca termen tehnic pentru ideea de apropiere sau asemănare, de aproximare mai bună sau mai puţin bună a adevărului. *Verosimilitudinea* este o noţiune logică care rezultă din combinarea a două noţiuni, introduse de Tarski: a) *noţiunea de adevăr* şi (b) *noţiunea de conţinut logic* al unui enunţ. Conţinutul unui enunţ este

constituit din clasa tuturor consecinţelor sale logice. Clasa tuturor enunţurilor adevărate care decurg dintr-un anumit enunţ şi care nu sînt tautologice este numită *conţinutul de adevăr al enunţului*. Clasa tuturor enunţurilor false care decurg dintr-un anumit enunţ este numită *conţinutul de falsitate al enunţului*. Verosimilitudinea unui enunţ creşte odată cu conţinutul lui de adevăr şi scade odată cu conţinutul lui de falsitate. Considerînd teoriile ca fiind clase de enunţuri, ele pot fi evaluate din punctul de vedere al verosimilitudinii sau apropierii de adevăr, a corespondenţei mai bune sau mai puţin bune cu faptele, dacă conţinutul lor de adevăr şi conţinutul lor de falsitate sînt comparabile; acesta este cazul teoriilor competitive, a teoriilor care îşi propun să rezolve aceleaşi probleme. Comparînd două asemenea teorii, t_1 şi t_2, putem spune că t_2 are o verosimilitudine mai mare decît t_1 dacă: (a) conţinutul de adevăr dar nu conţinutul de falsitate a lui t_2 este mai mare decît cel al lui t_1 şi (b) conţinutul de falsitate dar nu şi conţinutul de adevăr al lui t_1 este mai mare decît al lui t_2. (Verosimilitudinea maximă va fi atinsă de o teorie care este atotcuprinzător adevărată, de o teorie care corespunde cu *toate faptele*. Ideea de grad mai ridicat sau scăzut de verosimilitudine este mai precizată şi mai aplicabilă, fiind astfel mai importantă pentru evaluarea teoriilor ştiinţifice, decît ideea, în sine mai fundamentală, a adevărului absolut sau verosimilitudinii maxime.) Astfel, de exemplu, teoria gravitaţiei a lui Einstein are un grad de verosimilitudine mai mare decît teoria gravitaţiei a lui Newton. Căci teoria lui Einstein trece toate testele pe care le-a trecut cu succes teoria lui Newton, trece cu succes teste în faţa cărora teoria lui Newton cade, propune teste mai severe decît teoria lui Newton şi trece cu succes o parte din aceste teste ş.a.m.d. Scopul ştiinţei poate fi formulat ca fiind căutarea unor teorii cu verosimilitudine cît mai mare.

Autorul atrage atenţia asupra a două limite ale evaluării teoriilor din punctul de vedere al gradului lor de verosimilitudine. Mai întîi, orice evaluare a gradului comparativ de verosimilitudine a teoriilor are un accentuat caracter conjectural ipotetic. Concluzia unei asemenea evaluări poate fi doar că una dintre teoriile comparate *pare* mai aproape de adevăr decît cealaltă. În al doilea rînd, conţinutul de adevăr şi de falsitate al teoriilor nu pot fi determinate numeric, în afara unor cazuri limită (ca 0 şi 1). Comparaţiile gradelor de verosimilitudine, pe care le are în vedere autorul, sînt calitative, nu cantitative, numerice.

[69] În studiul său *Two Faces of Common Sense*, citat mai sus, autorul formulează această remarcă astfel: „Gradul de coroborare al unei teorii are întotdeauna un indice temporal: este gradul în care teoria apare ca testată la un moment dat. Acest grad de coroborare nu poate fi o măsură a verosimilitudinii teoriei, dar poate fi luat ca o indicaţie a felului cum *apare* verosimilitudinea ei în momentul *t* al timpului, comparată cu verosimilitudinea altei teorii. Astfel, gradul de coroborare este un ghid care conduce determinarea preferinţei pentru una din cele două teorii, într-un anumit stadiu al discuţiei, din punctul de vedere al aproximării aparente a adevărului. Acest grad ne spune doar că una din teoriile propuse *pare* — în

lumina discuţiei — să fie mai apropiată de adevăr." (K. R. POPPER, *Objective Knowledge*, p. 103.) Pentru o mai bună înţelegere a punctului de vedere exprimat în acest citat este importantă distincţia pe care o face autorul între gradul obiectiv de verosimilitudine a unei teorii şi cunoaşterea, determinarea gradului de verosimilitudine a acestei teorii în comparaţie cu alta. Orice evaluare a gradului comparativ de verosimilitudine al teoriilor este o presupunere provizorie, formulată pe baza rezultatelor discuţiei lor critice la un moment dat. Rezultatele acestor evaluări nu trebuie confundate, cum subliniază în mod repetat Popper — vezi de ex. vol. *Logica ştiinţei*, p. 130 — cu gradul lor real, obiectiv de verosimilitudine.

[70] Dacă legile (uniformităţile) naturii sînt fapte reale, atunci teoriile care sînt în concordanţă cu aceste fapte sînt teorii adevărate.

[71] Pentru această utilizare a termenilor de „cunoaştere" şi „cunoştinţe" în sensul de epistēmē, de cunoaştere pe deplin asigurată, întemeiată pe fundamente de neclintit, vezi notele (66) şi (67).

[72] Textul care urmează constituie una din cele mai concise şi clare formulări ale criticii pe care autorul o face inductivismului, cea mai influentă formă de expresie a unei orientări epistemologice generale pe care o numeşte „justificaţionism" sau „verificaţionism". În opoziţie cu această orientare, Popper formulează aici, foarte pe scurt, punctul său de vedere, „failibilist". Pentru o prezentare a „failibilismului" şi a criticii popperiene a „justificaţionismului", vezi şi studiul introductiv.

[73] Ipoteza că un enunţ exprimă o lege a naturii împărtăşeşte, în concepţia lui Popper, soarta tuturor ideilor ştiinţifice: ele nu pot fi verificate; nu putem stabili nici adevărul nici probabilitatea lor; ele pot fi însă coroborate în măsura în care încercările noastre serioase de a le falsifica eşuează şi pot fi comparate din punctul de vedere al gradului lor de testabilitate şi coroborare.

INDICE DE MATERII

(Pagina urmată de litera e indică că termenul respectiv este explicat. Cifrele culese cursiv trimit la pagini deosebit de importante.)

Despre „Logica cercetării" și despre autorul ei

„Una din cele mai importante lucrări în domeniul logicii științei".

RUDOLF CARNAP (1935)

„... unul din cei mai originali, riguroși și multilaterali gînditori ai vremii noastre".

MARIO BUNGE (1964)

„Sir Karl Popper este un filozof a cărui operă a influențat și stimulat efectiv pe orice cercetător care lucrează în filozofia științei".

HILARY PUTNAM (1969)

„Cartea mi s-a părut la fel de proaspătă și m-a impresionat tot așa de profund și de direct astăzi ca atunci cînd am avut-o pentru prima dată în mîinile mele. Nu pot exista multe cărți, cel puțin în filozofie, care încep să devină clasice continuînd în același timp să-l surprindă pe cititor prin sentimentul firesc de însuflețire și actualitate intelectuală pe care îl degajă".

J. BRONOWSKI (1968)

„Discuțiile despre metoda științei susținute de filozofi suferă prea des din cauza lipsei unei cunoașteri mai apropiate a muncii și problemelor omului de știință creator. ... acesta este cazul lui Popper. Propria mea viață științifică din 1945 datorează atît de mult conversiunii mele la concepțiile lui Popper (dacă pot să o numesc în acest fel) încît socotesc potrivit să relatez din nou despre influența lui asupra experienței mele de cercetare într-o perioadă critică, în 1945, și despre ceea ce a însemnat ea pentru mine atunci cînd s-a produs. Printre lucrurile importante pe care le-am învățat de la el, poate cel mai important a fost acela că nu este dezonorant ca ipoteza ta favorită să fie falsificată... Am trăit, în acest mod personal, marea putere liberatoare a învățăturii lui Popper asupra metodei științei".

JOHN C. ECCLES (1970)
laureat al premiului Nobel

„*Logica cercetării* este una din acele foarte rare opere filozofice ce pot contribui într-adevăr la formarea unui om de știință, la adîncirea dacă nu cumva

şi la eficacitatea reflecţiei sale... Însemnătatea deosebită a lucrării lui Popper ar putea fi caracterizată, pe scurt, astfel: el a ştiut să restituie epistemologiei atitudinea realistă care este, şi care rămine fără îndoială, cea a omului de ştiinţă la lucru, în efortul său creator; atitudine de care totuşi teoria cunoaşterii tindea să se îndepărteze, într-un mod fără îndoială periculos, de mai bine de un secol".

JACQUES MONOD (1972)
laureat al premiului Nobel

Redactor: MIRCEA RADIAN
Tehnoredactor: CONSTANTIN IORDACHE
Coli de tipar: 28,75
Bun de tipar: 20.04.1981

Republica Socialistă România
Comanda nr. 42
Tiparul executat la Întreprinderea poligrafica Sibiu
Şos. Alba Iulia nr. 40







„Problemele filozofice autentice îşi au întotdeauna rădăcinile în probleme importante din afara filozofiei şi ele mor dacă aceste rădăcini slăbesc".

KARL R. POPPER

Karl Raimund Popper s-a născut în *Viena* la 28 iulie 1902. A studiat matematica, fizica şi filozofia la Universitatea din Viena, încheindu-şi studiile în 1928 cu o lucrare de doctorat în domeniul psihologiei gîndirii. Din 1929 lucrează ca profesor secundar de matematică şi fizică. Părăseşte definitiv Austria în anul 1936. În anii 1937–1945 este profesor de filozofie la Universitatea din *Christchurch* în Noua Zeelandă iar din 1945 pînă la retragerea lui, în 1969, la cunoscuta *London School of Economics*. Începînd din anul 1925 Popper a publicat un şir impresionant de lucrări consacrate unor probleme de filozofie. Contribuţiile lui cele mai importante, care îl situează printre cei mai proeminenţi filozofi ai secolului, sînt în domeniul teoriei cunoaşterii, a metodologiei şi logicii ştiinţei. *Logica cercetării*, lucrarea capitală a lui Popper, a apărut în 1934 în limba germană. O versiune dezvoltată a cărţii a fost publicată în 1959, în engleză, sub titlul *Logica descoperirii ştiinţifice*. În afara ediţiilor germană şi engleză, lucrarea a cunoscut numeroase traduceri în alte limbi. O parte din cele mai importante studii ulterioare ale lui Popper pe teme de epistemologie şi teorie a ştiinţei sînt grupate în volumele *Conjecturi şi respingeri* (1963) şi *Cunoaşterea obiectivă* (1972).



